مشكلات فلسفة العلم (٢)

النموذج العلمي بين الخيال والواقع

"بحث فى منطق التفكير العلمي"

تأليف

دكتور / صلاح عثمان

كلية الآداب- جامعة المنوفية

٢٠٠١

الناشر

منشأة المعارف بالإسكندرية

جلال حزي وشركاه

الناشــــر:

منشأة المعارف ، جلال حزى وشركاه

44 شارع سعد زغلول - محطة الرمل - ت/ف: 4873303 - 4853055 الأسكندرية

32 ش دكتور مصطفى مشرفة - سوتير - ت: 4843662 - 4854338 الأسكندرية

الإدارة : ٢٤ شارع ابراهيم سيد أحمد - محرم بك - ت/ف ٣٩٢٢١٦٤ الأسكندرية

اسم الكتاب: النموذج العلمي بين الخيال والواقع

اسـم المؤلف: صلاح محمود عثمان محمد

رقـم الايداع: 2000/19095

الترقيم الدولي: 977-03-0844-7

الطبعــــة: الأولى 2000

تصميم غلاف: ملتقى الفكر

طباعة : عصام جابر - الاسكندرية



إهداء

إلى البسمة المشرقة فى حياتي ...

إلى أبنائي :

ندا ...

نهى...

محمد...

بسم الله الرحمن الرحيم

" وَتِلْكَ الأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ

وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا العَالِمُونَ "



(سورة العنكبوت ، آية ٤٣)

محتويات الكتاب

مقدمة

تؤدى فكرة " النموذج" Model دوراً هاماً ومحورياً فـــى شـتى مجالات المعرفة الإنسانية، بدايةً من المعرفة العادية، التى يسعى بها عامة الناس إلى فهم ما يدور حولهم من أمور الحياة،ومروراً بالمعارف الفلسفية والدينية والفنية، التى تحكم توجـــهات الإنســان العقلانيــة والوجدانيــة، ووصولاً إلى المعرفة العلمية ، الرامية إلى فهم ظواهر الكون وترويضــها وفقاً لقوانين حاكمة .

فلو نظرنا مثلاً إلى المعرفة العادية، لوجدنا أنها تستند فى جـــانبٍ هامٍ منها إلى " ذاكرة جمعية " ، تحفظ تجارب وخبرات الأســلاف تجــاه المواقف الحياتية المختلفة، وذلك عبر وسائط لغويــة نســميها " الأمثــال الشعبية " ، فهذه الأخيرة ما هى إلا " نماذج" متراكمة للسلوك الإنســـانى تتوارثها الأجيال. هذا فضلاً عما درج عليه الناس من " تمثيل" للظواهــر والمواقف الغامضة بنظائرها الواضحة الجلية، فكأن هذه النظائر " نماذج" تفسيرية لما غمض على الإنسان أمره ، وعسر عليه فهمه .

ولا يختلف الحال كثيراً فى الفلسفة: فمن الفلاسفة- من جهة- مــن ذهب إلى القول بوجودٍ مستقل لعالم معقول، يحوى " نماذج " ثابتة وكاملة، أزلية وأبدية ، تحاكيها الأشياء فى عالم الخبرة . من ذلك مثـــلا : عـــالم المثل عند " أفلاطون " ، وعالم الحقائق الأزلية عند " ليبنـــتز" ، وعـــالم المعانى عند " فريجه " ، والعالم الثالث عند " بوبر " ... - وقد تعـــددت أهداف القول بمثل هذا العالم المستقل للكائنات المجردة ، فقـــد نفترضـــه لتفسير يقين الحقائق الرياضية أو الدينية أو الجمالية، أو لتفسير وجـود الله وخلود الروح الإنسانية بعد فناء البدن... إلى غير ذلك.

من جهة أخرى، يحفل تاريخ الفلسفة بـ " نماذج " متنوعة من اليوتوبيات Utopias أو المدن الفاضلة، تعكس تطلعات الفلاسفة إلى عوالم أفضل ، أو إلى مجتمعات مثالية أكثر إنسانية واستمراراً وعدالة.

فإذا أضفنا لذلك ما تقدمه المذاهب الميتافيزيقية من " نماذج " لتفسير الوجود ، كنموذج الماء عند " طاليس" ، ونموذج الذرات والفراغ عند "ديموقر يطس" ، ونموذج المونادات عند " ليبنتز" ... الخ، أدركنا مدى تغلغل فكرة النموذج فى المعرفة الفلسفية .

ولا يخفى علينا ما تعرضه الأديان من " نماذج" لحياة الرسل ومواقف الأمم السابقة ومشاهد الخلود في الثواب أو العقاب، أو ما تقدمه الفنون من " نماذج " فنية تُعبّر عن رؤية الفنان لواقعٍ عيني يحياه أو واقعٍ مأمول يصبو إليه.

أما المعرفة العلمية فهى ألصق المعارف جميعاً بفكرة النموذج، فما من نظرية علمية إلا وتحمل فى طياتها – إن لم تكن هى بعينها– نموذجاً يُفسر ما تعالجه من ظواهر، ويمنحها قدرة تنبؤية عن سلوك الوقائع الملاحظة. فإن كان النموذج يُمثل بصدق بعض مظاهر الواقع، تحققت تنبؤاته إلى حدٍ بعيد، وهو عندئذ نموذج جيد. أما إن كان معيباً ، فبوسعنا البحث عن نموذج آخر أكثر شمولاً ، يحقق أهداف التفسير والتنبؤ.

إننا نتحدث مثلاً عن نموذج " بوهر " لذرة الهيدروجين، ونعنى بذلك تلك النظرية الفيزيائية التى وضعها العالم الدانمركي " نيلز بوهر" N.Bohr (١٨٨٥-١٩٦٢) لتفسير الحركة الإلكترونية داخل الذرة، لكن ذلك لا يعنى بالطبع مطابقة هذا النموذج للواقع الفعلى على نحو تام، بل نقول أنه نموذج مرحلى لتقريب الحقيقة. فقد سبقه مثلاً نموذج الفيزيائى النيوزيلاندى " إرنست رذر فورد " E.Rutherford (١٨٧١-١٩٣٧) ،

فكان نموذج " بوهر " بمثابة تعديل لسابقه، ثم لم يلبث نموذج " بوهـــر " ذاته أن أصابه التطوير والتعديل على يد الفيزيائى الألمانى " أرنولد سمر فيلد " A. Sommerfeld (١٨٦٨-١٩٥١) وغيره . وقس علـــى ذلـك كافة نظريات العلم على مر العصور.

هكذا إذن معارفنا العلمية، مجرد نماذج مرحلية متطورة ، تصـــف الواقع بخطوات وئيدة . قد تُسرع أحياناً ، ولكنها لا تبلغ قـــط خطوتـــها النهائية، وهو ما يؤكد تراكمية المعرفة العلمية ونسبيتها.

ورغم أهمية فكرة النموذج فى العلم، إلا أنها لم تحظ بقدرٍ كافٍ من الدراسة والبحث . فلا نكاد نجد عنها- خصوصاً فى المكتبة العربيـة- إلا وريقات قلائل، متناثرات فى هذا البحث أو ذاك، وإن كانت " النماذج " فى مجالات البحوث السياسية والاقتصادية والاجتماعية، تُشكّل الآن أساســـاً للدراسات المستقبلية Futurology ، والتى ذاعت فى أوربا منـــذ أوائـل القرن العشرين ، وتلقى الآن إقبالاً متزايداً على المستوى العالمى فى كافة الميادين.

وتأتى هذه الدراسة من جانبنا كمحاولة مبدئية للإقتراب من فكـــرة النموذج وما تثيره من إشكالات علمية وفلسفية، يُوجهنا فى ذلك فـــرضٌ أساسي ، نزعم من خلاله أن ما يتلفظ به العلماء وفلاسفة العلم من كلماتٍ مثل " الفرض " Hypothesis و " القانون " Law و " النظرية " Theory ما هى إلا أسماء مترادفة لشئ واحد ، يصب فى خانة النموذج. وإذا كـان هناك ثمة فرقٍ بين ما نعنيه بهذه الكلمات، فهو فى الحقيقـــة فـرقٌ فـــى الدرجة لا فى النوع. وبعبارة أخرى، هو فرقٌ بين نمـــوذج أولّـــى فـــى مرحلة الفرض، وبين نفس النموذج فى مرحلة القانون أو النظرية. وعلى هذا فمن الأجدر بنا ألا نتحدث عن فرضٍ أو قانون أو نظرية، وإنما عـــن

"نموذج علمى " يمر بمراحل متعددة حتى يتم تأكيده وقبوله، وهو فى الوقت ذاته عُرضة لأن يحل محله نموذج آخر إذا اتسعت دائرة البحث لتشمل وقائع أخرى لا يحتويها النموذج أو يعجز عن تفسيرها .

يرتبط بهذا الفرض الأساسى عدة فروض فرعية لا تقل عنه أهمية، ويمكن أن نصوغها على هيئة تساؤلات:

١ – إذا كانت معارفنا بصفة عامة مجرد نماذج ، أفلا يحق لنا الزعم بوحدة المعرفة الإنسانية– على الأقل من جهة المنهج ؟ أليس بوسعنا القول بأن المسلك واحد، وإن تعددت دروبه وتفصيلاته ؟ ؟

٢ –وإذا كانت المعرفة العلمية بصفة خاصة سلسلة مترابطة الحلقات من النماذج ، كل حلقة فيها أوسع من سابقتها، فهل يعنى ذلك اتصال النظريات والأفكار العلمية عبر تاريخ العلم؟ أم أن هناك – كما ذهب إلى ذلك فيلسوف العلم الأمريكي " توماس كون " T.Khun ثمة قطعية أو انفصال بين المفاهيم النظرية الأساسية فى العلم ؟

٣ – كيف يبنى العالم نموذجه لتفسير الظاهرة ؟ أو ما هو المنهج الذى يتبعه العالم فى بناء النموذج؟ وإذا كان التمثيل analogy بالنماذج منهجاً عاماً فى البحث ، فهل يعنى ذلك أننا نصل إلى هذا المنهج العام بمناهج أخرى جزئية كالاستقراء induction والاستنباط deduction والحدس intuition ؟

٤ – هل هناك معايير محددة لقبول النموذج العلمى ؟ وهل نجد اتفاقاً على هذه المعايير بين فلاسفة العلم وعلماء المناهج ؟ .

٥ – إذا كان النموذج بناءً فكرياً يُحقق – فى حال نجاحه– توافقاً فريداً مع الوقائع التى يفسرها، فهل يعنى ذلك القول بواقعية النماذج – ككيانات

فكرية مجردة – بالمعنى الأفلاطونى ؟ .

وقد انتهجنا فى التحقق من الفرض الأساسى، وفى الإجابة عما أثرناه من تساؤلات ، منهجاً مركباً، يجمع بين المنهج التحليلى المقارن ، والمنهج التاريخى النقدى، حيث فرضت علينا طبيعة البحث تحليل عدد من النماذج العلمية المختلفة والمقارنة بينها أو بين الرؤى التحليلية لها، من خلال تتبع مسارها التاريخي، مع توجيه النقد أحياناً لهذه الفكرة أو تلك بقدر ما يتوصل إليه تحليلنا.

كما اتبعنا فى العرض طريقة الفقرات العددية، وذلك لدقتها فى تنظيم الأفكار وترتيبها، مما يُيّسر عملية الإشارة إلى الأفكار أو العودة إليها كلما اقتضت الضرورة ذلك.

هذا عن ماهية الكتاب وهدفه ومنهجه، أما عن محتواه فقد قسمناه إلى ثلاثة أبواب بكل منها ثلاثة فصول. سعينا فى الباب الأول منها إلى تعريف النموذج بشقيه المادى والفكرى ، ثم تبيان ماهية العلاقة التمثيلية القائمة بينه وبين ما يُنمذجه من ظواهر، كما عرضنا لأهم الخصائص المميزة للنموذج العلمى، والتى تتضح من خلالها آلية عمل النماذج فى الحقل العلمى، ألا وهى القوة التفسيرية والقدرة على التنبؤ والديناميكية. أما الباب الثانى فقد خصصناه للحديث عن ثلاثة أنواع مترابطة من النماذج العلمية، نعمل من خلالها على تشكيل الواقع، وتعكس علاقة الذات بالموضوع فى العملية المعرفية ، وهى على الترتيب : النموذج اللغوى ، والنموذج المنطقى، والنموذج الرياضى . ومع أننا خصصنا لكل منها فصلاً مستقلاً، إلا أنها تُمثل فى مجملها ثلاثة ملامح أساسية لا غنى عنها لأى نموذج علمى. أما الباب الثالث والأخير فقد تناولنا خلاله مراحل بناء النموذج فى العلم، بدءً من صياغته كفرض تفسيري ممكن لعدد من

الوقائع الملاحظة ، ومروراً بمرحلة الفحص المنطقى والتجريبـــى لــه، ووصوله إلى إقراراه مرحلياً كقانون يحدد آلية عمل تلك الوقـــائع ، ثــم كنظرية تُفسر القانون ذاته وما يرتبط به من قوانين تعالج ظواهر أخرى، لننهى الكتاب بخاتمة ترصد بإيجاز واقع البحث العلمى فى أمتنا العربيـــة، ومدى حاجتنا إلى نموذج عربى واضح، يأخذ بأسباب التقدم فـــى عـــالمٍ أصبح البقاء فيه للأعلم والأقدر تكنولوجياً ومعلوماتياً .

وقد ذيلنا الكتاب بقائمة تحوى أهم المصطلحات الفلسفية والعلميـــة التى استخدمناها، تعقبها قائمة بالمراجع العربية والأجنبية التى اعتمدنـــا عليها.

بقى أن أعرب عن عميق شكرى وامتنانى لسائر أســـاتذتي الذيـــن تعلمت على أيديهم ونهلت من علمهم سواء بطريق مباشر أو غير مباشر. وأيضاً لزوجتى ورفيقتى فى الحياة "سهير الحسين"، والتى كان لمناقشـــاتها المثمرة معى وشفافية رؤيتها عظيم الأثر على إنجازى لهذا الكتاب .

والله الموفق وعليه سبحانه قصد السبيل ،،

صلاح عثمان

البيطاش – الإسكندرية

٢٠٠٠/١٢/٢

الباب الأول

النموذج العلمى

تعريفه وخصائصه

" فى البدء كانت الكلمة، وكانت الكلمة نموذجاً "

جوفرى هوليستر

تمهيد :

١ - يبدأ العلم- كما قال أرسطو- بالدهشة. وأبسط تعريف للدهشة أنها الشعور بمقاومة عالم خارجى لمفاهيمنا[١] . أو خروج ظواهره عن مألوف خبرتنا ومعتقداتنا. لكن الدهشة قد تكون سلبية فتلقى بالإنسان فى غيابة الذهول والجهل، وقد تكون إيجابية فتدفع به إلى محاولة تطويع الواقع والتكيف معه. ويؤدى " النموذج " دوراً ناجحاً فى هذا الشأن، بل لعله وسيلة الإنسان الرئيسية لسبر أغوار الواقع وهضم ظواهره.فإذا كان الإنسان -بالمعنى الأرسطى- حيواناً ناطقاً ، فما اكتسابه لهذه الصفة المميزة إلا لكونه ينطق بالكلمة. والكلمة هنا هى صوت نلفظه، أو رمزُ ننقشه لكى " يمثل " شيئاً أو فكرة ، أو بالأحرى هى تصورنا الذهنى لهذا الشئ أو تلك الفكرة. وعلى هذا فإن الكلمات التى نستخدمها هى فى الواقع نماذج تُبسط الأشياء التى تُمثلها[٢].

يمكننا إذن تعديل التعريف الأرسطى للإنسان فنقول أنه حيوان ذو قدرة على عمل النماذج. حقاً أن من وظائف الجهاز العصبى فى الحيوان- بصفة عامة- عمل النماذج، إذ يساعده على استقبال المنبهات الوافدة وتوقع الحوادث المستقبلة، لكن عمل النماذج وصل إلى أعلى مستوى له عند الإنسان ، ذلك أن قدرة الإنسان الخارقة على التنبؤ بالمستقبل تعطيه ميزة فريدة على أقرانه الذين قد يفوقونه فى القوة

---

(١) جان مارى أوزياس، الفلسفة والتقنيات (ترجمة عادل العوا، ط٢، منشورات عويدات، بيروت، باريس ، ١٩٨٣) ص ٣٦ .

(٢) جوفرى هوليستر : ثناء على صوغ النموذج (مقال بمجلة العلم والمجتمع، لم يرد اسم المترجم، مطبوعات اليونسكو، العدد(٤٦) ، السنة (١٢) ، مارس -مايو ١٩٨٢) ص ٢.

الجسمانية[٣]. وما كان لهذه القدرة أن تتحقق إلا بصوغ النموذج ، وعملية الصوغ هذه – فى مجال العلم– هى فى صميم ما نسميه " المنهج العلمى"، بل هى محور التقدم العلمى على مر العصور. ورغم اتفاق معظم فلاسفة العلم على أهمية النماذج ومحوريتها فى التفسير والتنبؤ العلمى، إلا أنهم يختلفون حول ماهية تلك النماذج، أو كيف تؤدى وظيفتها، وهو ما نسعى لتبيانه خلال هذا الباب .

---

(٣) جورج ماركس & أيثر توث: النماذج فى تدريس العلوم(مقال بمجلة العلم والمجتمع، ترجمة أمين محمود الشريف ، العدد المذكور من المجلة) ص٣٧.

الفصل الأول

ما النموذج ؟

٢ – يمكن تعريف " النموذج " بصفة عامة بأنه " نظام مُجسّم أو متصور فكرياً يعكس الموضوع المدروس– المادى والفكرى– عكساً مناسباً، أو يعيد توليد بعض الصفات والعلاقات النوعية للموضوع المدروس بطريقة تماثلية بحيث تؤدى دراسة النموذج إلى اكتساب معارف جديدة عن الأصل " (٤).

وأول ما نلاحظه بصدد هذا التعريف أن النماذج تنقسم من حيث طبيعتها إلى نوعين : نماذج مادية ، وأخرى فكرية. وإن كانت الأولى لازمة بالضرورة عن الثانية ، ذلك أن أى نموذج مادى لابد له من بنية فكرية سابقة لبنائه فى ذهن الباحث، وهو ما يسميه أرسطو– فى معرض تحليله لأسباب الشئ الأربعة– بالسبب الصورى Formal cause(*).

---

(٤) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء (جـ١، دائرة الشئون الثقافية والنشر، بغداد ، ١٩٨٥) ص ١٥٤.

(*) من المعروف أن السبب cause عند أرسطو إما أن يكون " مادة " أو " صورة" أو " حركة " أو " غاية " ، فإذا سؤلنا مثلا عن سبب " التمثال " – كنموذج – قلنا أنه له سبباً مادياً Material هو مادته التى صنع منها، وسبباً صورياً هو فكرته الموجودة فى ذهن المثّال ، وسبباً محركاً أو فاعلاً Efficient هو المثّال الصانع له، وسبباً غائياً Final هو الهدف الذى من أجله أُخرج التمثال من القوة إلى الفعل . ولذا يُطلق البعض على مذهب أرسطو : مذهب الأسباب الأربعة .

See Ackrill, J. L. : Aristotle the Philosopher, Oxford University press , London , 1981 , P-36 & Also Carr, B.:Metaphysics, An introduction, Macmillan education LTD , London . 1987,P-74.

ونبدأ بوصف النماذج المادية- التى تُعرف أيضاً بـ " المتطابقات" Replicas أو " الآلات التمثيلية" Analogue machinesفنقول أنها بنى مادية تحل فى التجارب محل الأجسام التى تصعب أو تستحيل دراستها[٥]. فقد يتعذر مثلاً إجراء التجارب على الأصل لأسباب زمكانية، كما فى الأبحاث الفضائية، فيلجأ العلماء إلى بناء نماذج مصغرة للأجرام السماوية، أو إلى تخليق بيئة أرضية مماثلة فيزيائياً للبيئة الفضائية المواد دراستها[٦]. كذلك قد يتعذر إجراء التجارب لأسباب دينية أو خلقية، كما فى الطب ، فيضطر العلماء إلى صُنع نماذج شارحه من مواد مختلفة، أو إلى استخدام بدائل حية مماثلة بيولوجياً للجسم الإنسانى[٧]. أيضا قد يتعذر إجراء التجارب على الأصل لأسباب سياسية أو اقتصادية، كما فى الأبحاث النووية والعسكرية، مما يستلزم استبدال النماذج بالأجهزة والمعدات باهظة الثمن، من ذلك مثلاً " تجارب نفق الهواء" wind-tunnel experiments ، وهى تجارب تجرى على ديناميكا الموائع داخل بناء على هيئة نفق، يطلق فيه تيار من الهواء أو من غاز بسرعة مضبوطة لاختبار نماذج الطائرات والصواريخ [٨].

---

(٥) محمد عبد اللطيف مطلب : المرجع السابق ، ص ١٥٤ .

Also: Hesse, Mary : Models and Analogy in science , in Encyclopedia of philosophy , Ed. By Paul Edwards, Vol. (5), P. 354.

(٦) انظر : محمد بهى الدين عرجون: الفضاء الخارجى واستخداماته السلمية . (سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢١٤ ، الكويت، أكتوبر ١٩٩٦) ص١٠٠.

(٧) انظر : محمد سعيد الحفار: البيولوجيا ومصير الإنسان(سلسلة عالم المعرفة، العدد ٨٣ ، الكويت، نوفمبر ١٩٨٤) ص ٥٦.

(٨) مجمع اللغة العربية: معجم الفيزيقا الحديثة (تصدير : إبراهيم بيومى مدكور، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة،جـ٢، ١٩٨٦) مادة: نفق الهواء ص ٣٤٣.

ومن الطبيعي – فى مثل هذه الحالات– ألا يكـــون التمـــاثل بيـــن النموذج وبين الشئ المنمذج The thing modeled تماثلاً جوهرياً– وإلا كان النموذج متطابقاً مع الأصل، وانتفت بالتالى الحاجة إلى بنائه(٩) – إنما يكون التماثل شكلياً أو علاقياً relational، بمعنى تماثل العلاقات القائمة بين أجزاء كل منهما(١٠). وهكذا، فالنموذج الهندسى للمنزل مثلاً لا يشبـــه المنزل فى الجوهر، ولكنه يمثل فحســـب علاقـــات الأجـــزاء الداخليـــة والخارجية للمنزل ، مع اختلاف الأبعاد والمواد الداخلة فى تركيبها.

ويُعرف هذا التماثل الشكلى أو العلاقى بين النموذج وبيـــن الشـــئ المنمذج بعلاقة " التشاكل isomorphism " ، ومغزى هذه العلاقــــة أن كلاً من النموذج والأصل يمثلان نسقاً رياضياً واحداً، أى أننا يمكـــن أن نعتبرهما معاً نموذجين لنفس النسق الصورى(١١). وسوف نعود إلى هـــذه العلاقة بشئ من التفصيل فى موضع لاحق (ف ٧-١) .

من جهة أخرى ، وبنظرة أفقية، يُمكننا الكشف عن تاريخ طويـــل للنماذج المادية. ففى عام ١٠٠ ق.م تقريباً وصف المخترع الإســـكندري "هيرون" Heron أول نموذج لاستخدام القوة البخارية. وفى الفترة نفســـها كان مهندسو مدرسة الإسكندرية يصنعون نماذج لمشـــروعات مبانيـــهم، وكانت تقدم إلى من يرعونهم. وقد توالى اهتمام الناس بالنماذج الماديـــة خلال القرون التالية، حتى بلغ ذروته فى العصر الحديث. فعلـــى ســـبيل المثال، كان الفيزيائى الإنجلـــيزى " جيمـــس وات " J.Watt (١٧٣٦- ١٨١٩) يستخدم النماذج كأساس لتجاربه.وقد مهدت هذه التجارب الطريق

---

(9) Hanson, N.R. : Observation and Explanation, A guide to philosophy of science , George Allem & Unwin LTD, London , 1972, P. 78.

(10) Hesse : Models and Analogy in science , Op. Cit, P. 354.

(11) Ibid .

لمولد أول آلة بخارية عملية فى تاريخ العلم. ومنذ ذلك الحين وحتى وقتنا الراهن، أصبحت مكاتب براءات الاختراع فى كل دول العالم تطلب تقديم نموذج مُجسّم لكل مشروع ، وهو ما يعكس أهمية النماذج كأداة أساسية للمخترعين والمهندسين والمصممين(١٢).

٣- أما النماذج الفكرية - وهى كما ذكرنا أساس النماذج المادية- فيمكن وصفها بأنها بنى صورية استدلالية لمجموعات من الصفات أو العلاقات المسحوبة من أنساق مألوفةٍ لدينا إلى أنساقٍ أخرى يكتنفها الغموض (١٣). والنماذج الفكرية بهذا المعنى هى نتاج العكس الإبداعى الفعال للواقع الموضوعى بواسطة الإنسان، وتحمل بصورة واضحة آثار نشاط الذات العارفة ، مادامت تحمل صفات لا يمكن كشفها فى الواقع الموضوعى بصورة مباشرة. غير أن تلك الصفات لا يمكن إبداعها بطريقة عشوائية، إنما تُنتخب بحيث تُصبح النماذج-بهذه الصفات وفى ظروفٍ محددة- صالحة لتمثيل الأصل(١٤). وقد يتضح هذا المعنى بالمثال التالي :

كان القرن السابع عشر مسرحاً لنزاع علمى حول طبيعة الضوء. فمن جانبه أعلن " نيوتن" أن الضوء مؤلف من جسيمات particles مادية دقيقة تقذفها الأجسام المضيئة فى كل اتجاه كشظايا قنبلة دائمةالإنفجار(١٥)،

---

(١٢) مجلة العلم والمجتمع، النماذج العملية وسيلة للنهوض بالتنمية الريفية (عن برنامج لصنع النماذج قامت به الجمعية الخيرية الإنجليزية المحدودة، ترجمة حسن حسين شكرى ، العدد المذكور من المجلة) ص ص ٤٨-٤٩.

(13) Hanson : Op. Cit, P. 77, also Barbet , A.H. : Mastering philosophy, Macmillan education LTD, London , 1990 , P. 240.

(١٤) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء، ص ص ١٥٤-١٥٥ .

(١٥) بانيش هوفمان : قصة الكم المثيرة (ترجمة أحمد مستجير ، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والنشر، القاهرة، بدون تاريخ) ص ٨ .

وهذه هى النظرية الجسـيمية للضـوء corpuscular theory. أمـا الفيزيائى الهولندى " كريستيان هـايجنز C.Huygens (١٦٢٩-١٦٩٥) فقد تبنى وجهة النظر القائلة بأن قوام الضوء موجـات مرنـة Elastic waves يحملها الأثير خلال الحيز الكونى(١٦) ، وتلـك هـى النظريـة الموجية للضوء undulatary (wave) theory . ودون أن ندخل فـى تفاصيل هذا النزاع الذى تناولناه فى موضع آخر(١٧)، نقول أن كلاً مـن "نيوتن" و " هايجنز " قد استخدما تصورات مستقاه من حياتنا اليوميـة ، وصنعا من خبرتنا بمعانيها نموذجين لتفسير بنية الضوء الغامضة . فلقـد رأينا جميعاً موجات الماء، وجسيمات من أنواع مختلفة ، لكن العَـالِم لا يعنى هنا بالطبع أن الضوء مؤلف من موجات كتلك التى نشـاهدها فـى البحار والمحيطات ، أو من كريات مادية منتقلة عبر المكـان بسـرعات هائلة. إنه يقترح بالأحرى أننا لو فكرنا فى الضوء كما لو كان مشـتركاً مع الموجات أو الجسيمات فى صفاتهما، أمكننا تقريب البنية الحقيقة لـه، وإقامة تصورات نظرية أساسية عنه، تُتيح لنا استنباط القوانين الحاكمـة لظواهره، والتنبؤ بأنواع مؤكدة من تلك الظواهر(١٨).

وهكذا، فإذا كنا نُفسّر نظاماً معقداً أو طريقة عمل آلة، فلكى نكـون مفهومين ، لابد أن نتحدث إلى المستمعين بلغة يفهمونها، وبمصطلحـات الأفكار المألوفة لهم، وإلا فلن يكون لكلامنا معنى. وبنفـس الطريقـة إذا أردنـا للطبيعة أن تكون مفهومة لنا فلابد وأن يكون ذلك بلغة الأفكار

---

(١٦) فيليب فرانك : فلسفة العلم ، الصلة بين الفلسفة والعلم" (ترجمـة علـى علـى ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨٣) ص ١٦٦.

(١٧) انظر : صلاح عثمان:الاتصال واللاتناهى بين العلم والفلسفة، (منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٩٨) ص ١٦٨ وما بعدها.

(18)Barbet : Mastering Philosophy, Op. Cit, P. 240 .

الموجودة فى عقولنا، وإلا أصبحت مُبهمة لا تُضيف لمعرفتنا شيئاً [١٩].

على أن ذلك لا يعنى توافر الخبرات العامة المألوفة أمام العلماء على طول الخط، بل إن هناك من النماذج فى العلم ما قد يُصيب الناس بالدهشة رغم كونه بناءً تفسيرياً. من ذلك مثلاً متصل الزمان- مكان الرباعى الأبعاد، وقوانين النسبية الخاصة التى كشفت عن أطوارٍ غريبة للزمان والمكان والمادة والحركة.

هنا تعتمد صياغة النموذج على القدرة الإبداعية الخلاقة للعالم، وعلى استقراء النماذج السابقة التى أيدتها التجارب فى نطاقٍ معين، بالإضافة إلى استخدام الكلمات والأشكال الهندسية والأنساق الرياضية المجردة ، وهذه جميعاً – كما أسلفنا- هى فى حد ذاتها نماذج تُبسط الواقع الذى تمثله.

ليس شرطاً إذن أن يكون النسق المألوف معبراً عن خبرة عامة ومشتركة بين الناس جميعاً، بل قد تنحصر الألفة فى نطاق الجماعة العلمية، وذلك حين يشير هذا النسق إلى شكلٍ هندسى، أو إلى نسق رياضى مجرد، الو إلى نظرية تجريبية سابقة [٢٠].

ومعنى ذلك أن النماذج الفكرية تتخذ أشكالاً متعددة، فقد تكون مجرد كلمات ، مثل الأثير والمجال والذرة والإلكترون... ، وقد تكون أشكالاً هندسية ، مثل الدائرة والمربع والمثلث والمكعب...، وقد تكون أنساقاً رياضية ، مثل قوانين نيوتن وقوانين الكم وقوانين النسبية الخاصة والعامة، وقد تكون أخيراً أشكالاً نظرية، وهذه قد يجمع الواحد منها بين

(١٩) جيمس جينز: الفيزياء والفلسفة (ترجمة جعفر رجب ، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨١) ص ٢٤ .

(20) Hesse : Models and Analogy in science , P. 356 .

الأشكال الثلاث السابقة ، مثل نموذج " حلقات زحل " Rings of Saturn لذرة الهيدروجين ، ونموذج لوحة توزيـــع الــهاتف The telephone switch board للمخ الإنسانى(٢١).

ولما كانت الغاية من بناء النموذج هى فهم العالم الخـــارجى، مـــن أجل ربط الأسباب بالمسببات ، ومن ثم التقدير والتنبؤ ، فقد يكفينـــا مـــن النموذج أن يمكننا من التنبؤ الدقيق. وعندها قد لا يبقى حاجة إلى الخوض فى أشكال النموذج الشتى إلا من أجل تحسينه أو إنشاء نموذج أفضل(٢٢).

٤ – بقى أن نشير إلى معنى آخر للنموذج، قال به فيلسوف العلـــم الأمريكى " توماس كون " وجعله لّب نظريته فيما أسماه " بنية الثـــورات العلمية " .

لا يهدف " كون " إلى استخدام مصطلح النموذج كمسمى أكثر دقـــة لما ندعوه بالفرض أو القانون أو النظرية– على اختلاف أنواعهم– كما لا يهدف إلى تحليل بنية النموذج كمنهج عام للكشف العلمى ، أو لتحصيـــل المعرفة العلمية، وإنما يهدف أساساً إلى طرح النموذج بوصفـــه الإطـــار الفكرى الموجه للبحث العلمى فى مجتمع معين ولزمن معين، ولذا يُســميه "نموذجاً إرشادياً "Paradigm .

وهكذا يُعّرف " كون " النموذج بأنـــه" مجموعـــة كـــل المعتقـــدات beliefs والقيم values والتقنينات techniques المشتركة بين أعضاء

---

(21)Hanson : Observation and Explanation, P. 77 .

(٢٢) أحمد سليم سعيدان : مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإســلام (سلســلة عـــالم المعرفة، العدد (١٣١) ، الكويت، ١٩٨٨) ص ٤١ .

مجتمع علمى بعينه " (٢٣) ، ومن ثم فهو " القاسم المشترك بين أعضاء هذا المجتمع، الذى يُفسر الكمال النسبى لتواصلهم المهنى، بالإضافة إلى الإجماع النسبى لأحكامهم المهنية " (٢٤). والنموذج الإرشادى من جهة أخرى، هو المثال النموذجى الذى يمكن بالقياس إليه حل المشكلات والألغاز البحثية التى تواجه العلماء والباحثين فى عصر بذاته(٢٥). ومن أمثلة النماذج الإرشادية عند " كون " : قانون " نيوتن " الثانى فى الحركة، القائل بأن القوة تساوى الكتلة مضروبة فى العجلة (ق = ك ×جـ) أو المقابلة بين فلك " بطليموس " وفلك " كوبر نيكس " -فهذان نموذجان استبدل أحدهما بالآخر- أو ما بين ديناميكا أرسطو وديناميكا نيوتن، أو ما بين النظريتين الموجبة والجسيمة فى الضوء .. وهكذا (٢٦).

ولا تعنينا هنا التفاصيل الدقيقة لنظرية " كون " (*) – على أهميتها للباحث فى تاريخ فلسفة العلم- وإنما تعنينا فقط إحدى نقاطها الهامة ، وهى تلك القائلة بأن الانتقال من نموذج إرشادى سائد إلى آخر جديد، إنما

---

(23) Kuhn , T. : The structure of scientific revolutions , Reprinted in : Foundations of the unity of science , Vol. 2 , Nu. 2, The university of Chicago press, Chicago, 1981 , P. 175.

(24) Ibid , P. 182.

(25) Ibid , P. 175 , P. 189.

(٢٦) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة (دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٠) ص ص ١١٦-١١٧.

(*) لا نود الخوض فى تفاصيل قد تخرج بنا عن موضوع بحثنا، ويمكن للقارئ أن يرجع إلى كتاب " كون " المذكور، وله فى العربية ترجمتين: الأولى للدكتور ماهر عبد القادر محمد، تحت عنوان " تركيب الثورات العلمية " (دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨١) .

أما الترجمة الثانية فقد قام بها شوقى جلال، تحت عنوان " بنية الثورات العلمية " (سلسلة عالم المعرفة ، العدد (١٦٨) الكويت، ديسمبر ١٩٩٢) .

يتم عبر " أزمة " Crisis، يعجز خلالها النموذج السائد عــن احتــواء أو تفسير المزيد من الوقائع التجريبية، مما يُفسح الطريق أمام النموذج الجديد ليتقدم ممُسكاً بدفة التوجيه الفكرى للعلماء والباحثين. فإذا مـــا تـم هــذا الانتقــال، كان ذلك بمثابة " ثورة " تقطع الصلة تماماً بين النموذجين، أو بين المفاهيم النظرية الأساسية فى العلم قبل الثورة وبعدها(٢٧).

يُعبر " كون " عن ذلك بعبارة بليغة فيقول : " إن ما كان يبدو لرجل العلم قبل الثورة فى صورة بط، أصبح يبدو له – بعدها- فـــى صــورة أرانب" (٢٨).

ومعنى ذلك أن تاريخ العلم- فى نظر " كون" – ليس مجرد أحــداث وكشوفات مترابطة ومتراكمة زمنياً،وإنما هو سلسلة من الثورات المتتالية، تفصل بين حقب علمية مختلفة إدراكياً ومفاهيمياً، وأن النظريات العلمية- أو النماذج الإرشادية- الجديدة ليست نتيجة منطقية ولا تجريبية للنظريات السابقة عليها، وإنما هى لا قياسية وحقائقها نسبية(٢٩).

٥ – وقد نتفق مع " كون " فى أن هناك ثمة أزمة تســبق ظــهور النموذج الجديد، لكن ذلك لا يعنى أننا نكون بإزاء أزمة مَرَضية تحمل فى رحمها ثورة تقتضى التغيير التام، لكنها فى الحقيقة أزمة نمو وتطويـــر، تتيح للعلم اكتساب أرض جديدة على صعيد المعرفة البحثية ، وتُوسّع مــن نظرة العلماء إزاء الكون بأبعاده المختلفة وهو ما يدفعنا إلى القول – على خــلاف " كون " بأن ما كان غامضاً أمام العلماء فى صورة البط، أصبح

---

(27) Op. Cit, P. 111 .

(28) Ibid.

(٢٩) شوقى جلال : مقدمة الترجمة العربية الثانية لكتاب " كــون " بنيــة الثــورات العلمية ، ص ١٢ .

واضحاً بالنموذج الجديد، وقد يأتى نموذج آخر فيجعله أكثر وضوحاً.

خذ مثلاً نسق " نيوتن" الميكانيكي. كان هذا النسق نموذجاً إرشادياً لفيزياء القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، حتى جاء " آينشتين" و "ماكس بلانك " بنظريتيهما فى النسبية والكمّ ، لتمثلا معاً نموذجاً إرشادياً لفيزياء القرن العشرين. لكن ذلك لا يعنى فى الحقيقة سقوط النسق النيوتونى وتراجعه إلى الأبد أمام النسبية والكمّ، ذلك أن قوانين " نيوتن " لا تزال كافية لتفسير التجربة العادية ، بل لقد كانت كافية تماماً لكى تحمل الإنسان إلى القمر ثم تعيده إلى الأرض سالما. أما دقة النسبية – مثلاً – فلا نحتاج إليها إلا فى حالات خاصة ، كحالة السرعات التى تقترب من سرعة الضوء(٣٠).

ويؤكد " آينشتين " نفسه هذه المقولة فيقول : " إن ابتكار النسبية إنما يرجع بالضرورة إلى مجرد الرغبة فى جعل النظرية الفيزيائية تتفق على قدر المستطاع مع الحقائق المشاهدة ... إننا لا نواجه هنا عملاً ثورياً، بل استمراراً لاتجاه بدأ منذ أجيال. إن التخلى عن أفكار معينة عن الفضاء والزمن اعتبرت من قبل أساسية لا يجوز اعتباره عملاً تعسفياً ، ولكنه تمشياً مع الحقائق المشاهدة " (٣١).

من الخطأ إذن القول أن نموذج البحث فى نظريتى النسبية والكمّ قد

---

(٣٠) ربورت م. أغروس & جورج ن. ستانسيو : العلم فى منظوره الجديد (ترجمة كمال خلايلي، سلسلة عالم المعرفة، العدد (١٣٤) ، الكويت، فبراير ١٩٨٩) ص ص ١٢٠-١٢١ .

(٣١) ألبرت أينشتين: أفكار وآراء (مجموعة مقالات مجمعة ، ترجمة رمسيس شحاتة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٦) ص ١١ .

وأنظر أيضا : صلاح عثمان:الاتصال واللاتناهى بين العلم والفلسفة ، ص ص ١٥٤ –١٥٥ .

حل محل نموذج البحث فى نظرية " نيوتن " كبديل عنها، ذلك أن الفـــارق بين النماذج الثلاث إنما هو فارق فى المدى والدرجـــة ، لا فارقـــاً فـــى الجوهر ، هذا فضلاً عن أن التعديل في إحدى النظريـــات إنمـــا يحـــدث بوسائل مختلفة ، ويتناول أجزاء مختلفة أو يجرى على مستويات متباينة : مستوى المعنى الفيزيائى،أو مستوى الأداة الرياضية ، أو مستوى الأساس المنطقى، أو مستوى التفسير الفلسفى ... ولن يكون التحـــول ثوريـــاً إلا عندما نعيد النظر تماماً فى الأسس الفيزيائية والمنطقية والفلسفية لنظريـــة ما مجتمعة(٣٢)، وهذا ما لا ينطق به تاريخ العلم، فكل نموذج جديد ما هـــو إلا خطوة على طريق البحث نحو آخر أكثر شمولاً وإتساعاً، بمعنـــى أن الباحث يستطيع- مع التزامه بالنموذج الجديد- أن يفهم القديم ، ويـــدرك مواطن القصور فيه والأسباب التى أدت إلى تجاوزه، وهو مـــا يعنـــى - بعبارة أخرى - إتصال المعارف العلمية دون فجوات ثورية تخل بترتيبها الزمنى عبر تاريخ العلم.

وعلى أية حال ، فإن قولنا باتصال النماذج العلمية لا يعنى إنتفـــاء القول بالانفصال على طول الخط ، بل إن ثمة علاقة جدلية تجمـــع بيـــن هاتين المقولتين (الاتصال- الانفصال) فى مركـــب فريـــد، نُمثـــل فيـــه للمعارف العلمية بدرجات سُلم منفصلة ومتصاعدة دوماً ، لكنها متصلـــة ومترابطة من الجانبين بقوائم رأسية تحقق وحدتها واستمراريتها ، وتتيـــح لمن يعتلى إحدى الدرجات استيعاب السوابق منها فهماً وإدراكاً، والتطلـــع فى الوقت ذاته إلى ارتقاء درجات أخرى، توسع من مدى الرؤية وتجعلها

---

(32)Polikarov, A. : Science and Philosophy , Bulgraian Academy of SC., Sofia , 1973 , P. 82.

نقلاً عن شوقى جلال : مقدمة الترجمة العربية لكتاب " كون " بنيـــة الثـــورات العلمية ، ص ١٧ .

أكثر وضوحاً.

وبهذا المركب الجدلى لا يُصبح الحاضر مجرد نفى قطعى للماضى أو إنكار له، كما لا يغدو مجرد استمرار ميكانيكى لمسار الماضى أو إضافة كمية له، لكنه يأتى دائماً ومعه كيف جديد ، ينذر بشق طريق جديد لم يتراءى للقدامى ولم يرد لهم بحال، بحكم حدودهم المعرفية الأسبق وبالتالى الأضيق والأكثر قصوراً (٣٣).

ولقد كان فيلسوف العلم الفرنسى " جاستون باشلار " G.Bachleard (١٨٨٤-١٩٦٢) قريباً من هذا التصور بنظريته فى جدلية التقدم العلمى (*)، لولا أنه مال دون سند منطقى إلى جانب القول بالانفصال(٣٤)، فأصبح و " كون " شريكين فى اتجاه واحد يصعب قبوله بسهولة .

---

(٣٣) يمنى ظريف الخولى : الطبيعيات فى علم الكلام من الماضى إلى المستقبل (دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ، ١٩٩٨) ، ص ٥٤ .

(*) النظرية الجدلية هى المركب الجامع بين نظريتى " التراكم " و " الثورة " فى تفسير طبيعة التقدم العلمى ، ويُعد " جاستون باشلار " من أبرز ممثليها فى القرن العشرين . لمزيد من التفاصيل، أنظر كتب باشلار:

- تكوين العقل العلمى (ترجمة خليل أحمد خليل ، ط٢، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٢) .
- الفكر العلمى الجديد(ترجمة عادل العواء مراجعة عبد الله عبد الدائم، ط٢، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت، ١٩٨٣) .
- العقلانية التطبيقية (ترجمة بسام الهاشم ، ط٢، دار الشئون الثقافية العامة، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد ، ١٩٨٧) . وأنظر أيضا :
- يمنى طريف الخولى : مشكلة العلوم الإنسانية (دار الثقافة ، القاهرة، ١٩٩٠) الفصل الأول : العلوم الطبيعية : منطق تقدمها، ص ص ١٥-٤٣ .

(٣٤) يمنى طريف الخولى : الطبيعيات فى علم الكلام ، ص ٥٥ .

الفصل الثاني
النماذج والتمثيل فى العلم

أولا: الاستدلال التمثيلي : المعنى والتطور :

٦ – ذكرنا فيما سبق (ف٢) أن العلاقة بين النموذج وبين الأصل المراد وصفه وتفسيره بهذا النموذج هى علاقة " تمثيل " Analogy ، فإذا أردنا مثلاً وصف حركة الإلكترونات حول نواة الذرة " مثّلناها " بحركة الكواكب حول الشمس، وإذا أردنا وصف الكهرباء وسريانها فى الموصلات المختلفة " مثّلناها " بتيار الماء المتدفق خلال أنبوب ، وإذا أردنا وصف القدرة الميكانيكية لآلةٍ ما " مثّلناها "بقدرة الحصان(*) horse power .

وهكذا ... فالنموذج هنا هو بمثابة " نظام " واضح ومألوف، له سمات معينة تُماثل أخرى موجودة فى الأصل، وبهذا التماثل الجزئى نستطيع نقل السمات الأخرى للنموذج إلى الأصل، ومن ثم الاستفادة بها فى فهمه وتفسيره.

يمكننا إذن تعريف التمثيل بأنه " استدلال ، يخلص إلى تمتع الشئ بسمة معينة (أى بصفة أو بعلاقة) إنطلاقاً من تشابهه مع الأشياء الأخرى فى سمات أساسية . وعلى أساس قياس التمثيل تُنسب إلى الشئ

(*) من المعروف أن " قدرة الحصان " هى وحدة لقياس القدرة الميكانيكية لآلةٍ ما، وتساوى القدرة اللازمة لرفع ٧٥ كيلو جرام مسافة متر واحد فى الثانية .

See : Academician G. Landsberg (ed) " Text book of elementary physics" , Trans. From Russian by A. Troitsky , Mirr pub., Moscow, 1972 , Vol. (1) , sec. 4.21., P. 181.

هذه أو تلك من الصفات أو العلاقات" [٣٥] .

والتمثيل أصلاً حّد رياضى يعنى تساوى النسب Equality of ratios[٣٦] فإذا قلنا مثلاً أن النسب ١: ٢ ، ٢: ٤، ٤ : ٨، ٨ : ١٦... متماثلة، فإنما نعنى بذلك أنها متساوية القيمة. هكذا نجد المصطلح عند "إقليدس" ، وبهذا المعنى أيضا نجده عند " فيثاغورث" ، حيث عنى به تساوى النسب بين أطوال الأوتار المنتجة للنغمات المتوافقة فى السلم الموسيقى [٣٧].

كذلك نجد المصطلح فى فلسفة " أفلاطون " ، لا سيما محاورة الجمهورية، حيث استخدمه لوصف العلاقة بين الأشياء المحسوسة ونظائرها الكاملة والثابتة فى عالم المثل[٣٨]. فالمثال عند " أفلاطون" هو مبدأ الوجود المحسوس، وهو الشئ فى ذاته، والأجسام الخارجية أشباح له. وهو أيضاً مبدأ المعرفة ، لأن النفس إن لم تكن حاصلة عليه لا تعرف كيف تُطلق على الأشياء أسماءها، ولا تستطيع أن تحكم عليها، فالمثل هى المعايير الدائمة للحقائق والأشياء[٣٩].

أما " أرسطو " فقد كان أول من استخدم التمثيل كمنهج ، وذلك فى عرضه لنظريته فى غائية الكون ، إذ بدأ بملاحظة الإنسان فى نشاطه

---

(٣٥) ألكسندرا غيتمانوفا : علم المنطق (لم يرد اسم المترجم، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٩) ص . ٢٥٩ .

(36) Runes (ed), “ Dictionary of Philosophy , “Ahelix book , puplished by Rowman & Allanheld publishers, Totowa , N.J, 1984 , item “Analogy” , P. 26.

(37) Ibid, item : “ Analogy of Pythagoras” , P. 26.

(38) Op. Cit.

(٣٩) مجمع اللغة العربية : المعجم الفلسفى (تصدير إبراهيم بيومى مدكور، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٣)مادة " نموذج أول "، ص ٢٠٥.

اليومى وسلوكه الخلقى، ورأى أن كل أعماله موجهّة لأهداف ، كما لاحظ أن الدولة نسقٌ متماسك من الأفراد والمؤسسات يُحقق كل منها غايات محددة، ثم عممّ " أرسطو " هذه الخاصية الإنسانية على الكون بالإجمال، ليعلن أن " الطبيعة لا تفعل شيئاً عبثاً "، وأنها " تسعى دائماً نحو الأفضل"، للنبات أهداف فى نموه، وللسلوك الحيوانى أغراض، بل إن عالم الكواكب والنجوم موجّه فى حركاته نحو هدفٍ سامٍ،هو تحقيق نظام كونى رائع(٤٠).

من جهة أخرى، عرف فقهاء المسلمين " التمثيل" فى وقت مبكر من حضارة الإسلام، وجعلوه منهجاً لهم فى قياس المجهول من أمور الأحكام على ماهو معلوم منها بالكتاب والسنة، وهو ما عُرف بقياس الغائب على الشاهد. لكن التمثيل عند المسلمين اختلف تماماً عما كان عليه عند "أرسطو"، فإذا كان " أرسطو " قد حصر الاستدلال فى أنواع ثلاث، هى القياس والاستقراء والتمثيل، إلا أن القياس وحده هو المؤدى عنده إلى اليقين، فى حين يؤدى الاستقراء- ما عدا الاستقراء التام- والتمثيل إلى نتيجة ظنية. أما التمثيل عند المسلمين فيؤدى غالباً إلى اليقين(٤١)(*) حتى وان اتسم بنزعة تجريبية رفض " أرسطو " أن تكون لها قوة البرهان

---

(٤٠) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث الفلسفى (الهيئة المصرية العامة للكتاب، فرع الإسكندرية ، ١٩٧٧) ص ٣٨ .

(٤١) على سامى النشار : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام (ط٨، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨١) ج١ ، ص ٤٠ .

(*) أقام المنطق الأرسطى هذه التفرقة بين أنواع الاستدلال على أساس من النظر إلى الناحية الصورية، إذ لما كان القياس صورياً بحتاً - من حيث كونه حركة فكرية يتم الانتقال فيها من حكم عام إلى حكم خاص بواسطة الحد الثالث- بينما يستند الاستقراء والتمثيل إلى مادة القضايا، كان القياس وحده يقينياً. وعلى الرغم من حرص الفقهاء على نفى المماثلة بين قياسهم وبين التمثيل الأرسطى، وإلا أدى ذلك إلى الشك فى أغلب الأحكام الشرعية التى لا تستند مباشرة إلى نص من=

الصورى ، فلسنا هنا بإزاء مسائل نظرية ينطبق فيها العام على الخاص كما هو الحال فى منطق " أرسطو " ، وإنما احتياجات عملية وثيقة الصلة بالمعاملات فى أمور الدين والدنيا، ولا يُقاس فيها الشبيه بالشبيه أو النظير بالنظير إلا تأسيساً على العلة الجامعة بينهما(٤٢).

ولقد أصبح التمثيل فى الحقبة الحديثة والمعاصرة منهجاً عاماً وشائعاً فى الفلسفة والعلم على حدٍ سواء،حتى لقد ذهب أحد الباحثين إلى أن " المنهج السليم للميتافيزيقا ما هو إلا صورة متطرفة للحجة التمثيلية(٤٣)، فى حين يذهب علماء المناهج إلى أن " التمثيل كثيراً ما

=كتاب أو حديث ، إلا أنهم لم يتعجلوا الحكم بإفادته اليقين على نحو مطلق، لأن ما هو عن اجتهاد لا يرقى إلى درجة الحكم المُنزّل. حقا لقد استند قياس التمثيل الإسلامى إلى فكرة العلية (أو السببية) ، بمعنى أن لكل معلول علة، أو أن الحكم ثبت فى الأصل لعلة كذا، كما استند إلى فكرة الإطراد فى وقوع الحوادث، بمعنى أن العلة الواحدة إذا وُجدت فى ظروف متشابهة أنتجت معلولاً متشابهاً، إلا أن العلاقة بين العلة والمعلول لا تحكمها لديهم ضرورة عقلية كما كان الحال عند " أرسطو " ، وإنما تتفاوت هذه العلاقة من علة تفضى إلى المعلول قطعاً، إلى أخرى تفضى إليه ظناً، إلى ثالثة تفضى إليه شكاً، إلى رابعة تفضى إليه وهماً، إلى خامسة لا تفضى إليه بتاتاً.لا مجال إذن للعلة الصورية عند المسلمين، وإنما هو استدلال مادى عملى له شروط وقواعد، فصلها الفقهاء بما يتناسب والمتغيرات البيئية والزمنية للمجتمع الإسلامي .

لمزيد من التفاصيل أنظر :

- على سامى النشار : مناهج البحث عند مفكرى الإسلام واكتشاف المنهج العلمى في العالم الإسلامى (دار المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦٧) .
- على سامى النشار : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام، جـ١، ص ص ٣٥-٤٥ .
- أحمد محمود صبحى : هاؤم إقرؤا كتابيه (مكتبة النهضة العربية، بيروت، ١٩٩٧) ص ص ١٥١ - ١٧٩ .

(٤٢) أحمد محمود صبحى: المرجع المذكور، ص ١٥٧ .

(43) Korner , S. : Fundamental questions in philosophy, Penguin university books , Middlesex , 1971, P. 34. =

يكون أساساً لتنبؤات علمية قيمة، ومنطلقاً لطرح الفرضيات... ومن ثم فإنه يشكل أداة لا غنى عنها فى بناء النظريات، ووسيلة لرسم الحدود التى فى إطارها تكون هذه النظريات صالحة للتطبيق " (٤٤).

ثانيا: أنواع التمثيل :

٧ – إذا كنا نتحدث عن أنواع مختلفة من " القياس " أو " الاستقراء" كأن نقول مثلاً : هذا قياس حملى أو شرطى ، أو نقول : هذا استقراء تام أو ناقص أو تقليدى أو رياضى ، فبإمكاننا أيضا التحدث عن أنواع مختلفة من التمثيل. ولكى نقف على هذه الأنواع لابد وأن نتناول التمثيل على ثلاثة مستويات يؤدى كل منها إلى الآخر : أولها طبيعة التمثيل ، وثانيها نوع المعلومات الصورية المسحوبة من شئ على آخر (من النموذج إلى الأصل) ، وثالثها درجة اليقين التى تتسم بها تلك المعلومات.

فعلى المستوى الأول نستطيع التمييز بين تمثيل صورى Formal analogy وآخر مادى .Material a، حيث ترتبط طبيعة التمثيل بطبيعة التشابهات القائمة بين النموذج والأصل، فإن كانت صورية كان التمثيل صورياً، وإن كانت مادية كان التمثيل مادياً. وعلى المستوى الثانى يُمكننا التمييز بين تمثيل بالصفات وآخر بالعلاقات، وهو تمييز يكتسب شرعيته من أن المعلومات الصورية المنقولة من النموذج إلى الأصل لا تخرج عن كونها صفات أو علاقات. أما المستوى الثالث فنفرق من خلاله بين تمثيل موجب .Positive a (أو قوى) ، ويعطى نتيجة يقينية، وتمثيل سالب .Negative a (أو كاذب) ، ويؤدى إلى نتيجة كاذبة ، وتمثيل محايد

=نقلاً عن محمود فهمى زيدان : مناهج البحث الفلسفى ، ص ٣٧ .

(٤٤) المعجم الفلسفى المختصر (ترجمة توفيق سلوم ، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٦) مادة " المماثلة " ص ٤٧٩ .

Neutral a. (أو غير قوى) ويؤدي إلى نتيجة احتمالية .

ومن الواضح مدى التداخل بين هذه المستويات الثلاث، فلكى نعرف درجة يقين التمثيل لابد وأن نقف مسبقاً على نوع المعلومات المستقاة من النموذج ومدى جوهريتها، ولكى نقف على نوع المعلومات لابد وأن ننظر أولاً فى طبيعة التمثيل. دعنا إذن نتناول كل نوع من الأنواع السابقة على حدة .

أ – التمثيل الصوري :

[٧ – ١] – ترتبط طبيعة التمثيل كما ذكرنا بطبيعة التشابهات القائمة بين كل من النموذج والأصل . لكن ذلك لا يعنى فى الحقيقة ارتباطها بطبيعة النموذج ذاته، فقد يكون النموذج ماديا، ومع ذلك فإن التشابهات بينه وبين الأصل لا تعدو أن تكون تشابهات صورية. وقد ضربنا مثالاً لذلك من قبل بالنموذج الهندسى للمنزل، فرغم كونه نموذجاً مادياً، إلا أن ارتباطه بالمنزل الفعلى لا يتجاوز تشابه العلاقات القائمة بين أجزاء كل منهما.

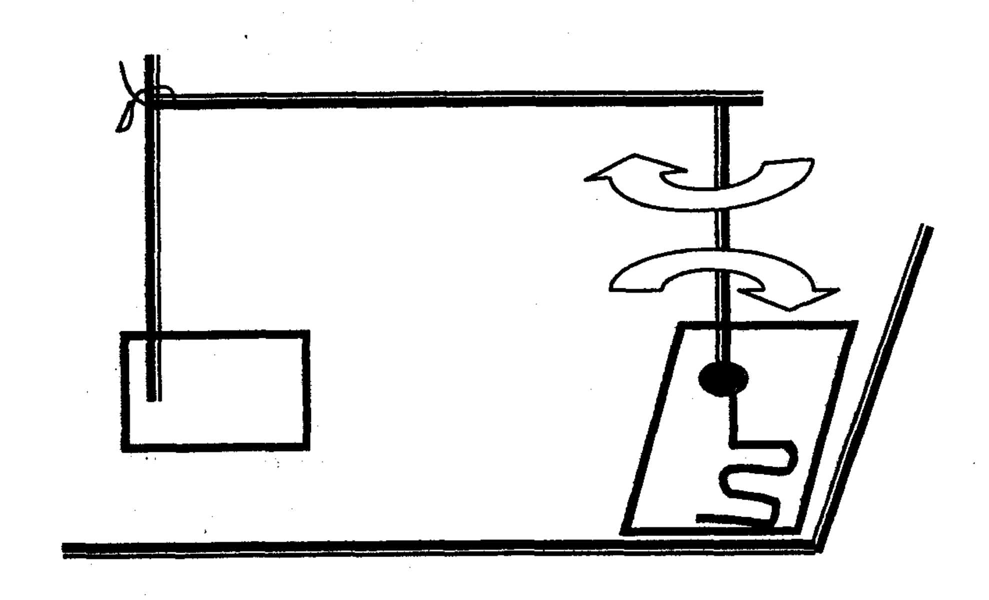
التمثيل الصورى إذن ما هو إلا تمثيل لبنية مجردة أو لتشاكل (ف٢) بين النموذج والأصل، بمعنى أن لهما نسقاً رياضياً واحداً، وأن العلاقات الاستنباطية والأكسيوماتيكية الصورية الرابطة بين أفراد ومحمولات هذا النسق هى هى بعينها فى كل منهما، أو فلنقل أن ثمة تناظر correspondence بين أفراد ومحمولات النسق وبين مقابلاتها فى كل من النموذج والأصل[٤٥]. ومادام النسق الرياضى واحداً، فمن الممكن وجود أكثر من نموذج للظاهرة الأصلية موضع الدراسة ، بما فى ذلك النسق الرياضى ذاته.

---

(45) Hesse : Models and Analogy in science , Op. Cit, P. 355

ولعل أشهر مثال فيزيائى للتمثيل الصورى هو ما نجده من تشـــابه بين ذبذبات البندول المتأرجح Swinging pendulum ، وذبذبات الدائـرة المهتزة oscillating circuit. الأولى ميكانيكية ، والثانيـــة كهربائيـــة ، وكلاهما ينمذج الحركة الموجية ، كما يحكمهما نسقٌ رياضى واحد.ولكى ندرك مدى التشابه بينهما ينبغى أن نوضح أولاً آلية عمل كل منهما.

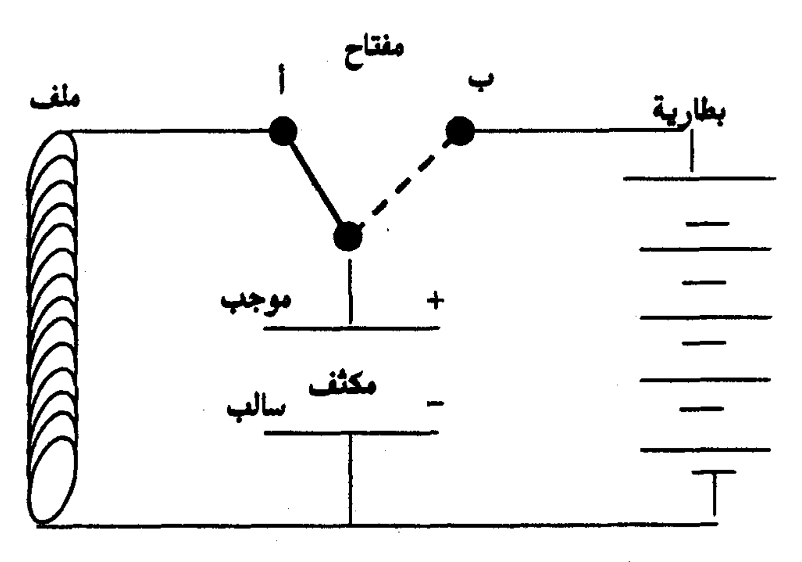
فالبندول جسمٌ معلق، بحيث يكون مركز جاذبيته متعامداً مع نقطـة التعليق، وحينئذ نقول أنه فى موضع الاتزان equilibrium . فـــإذا مـا انحرف عن موضع الاتزان- بفعل قوة خارجية - تـــأرجح مـن وإلـى الخلف، وأحدث ذبذبات حرة free oscillation (شكل {١}).



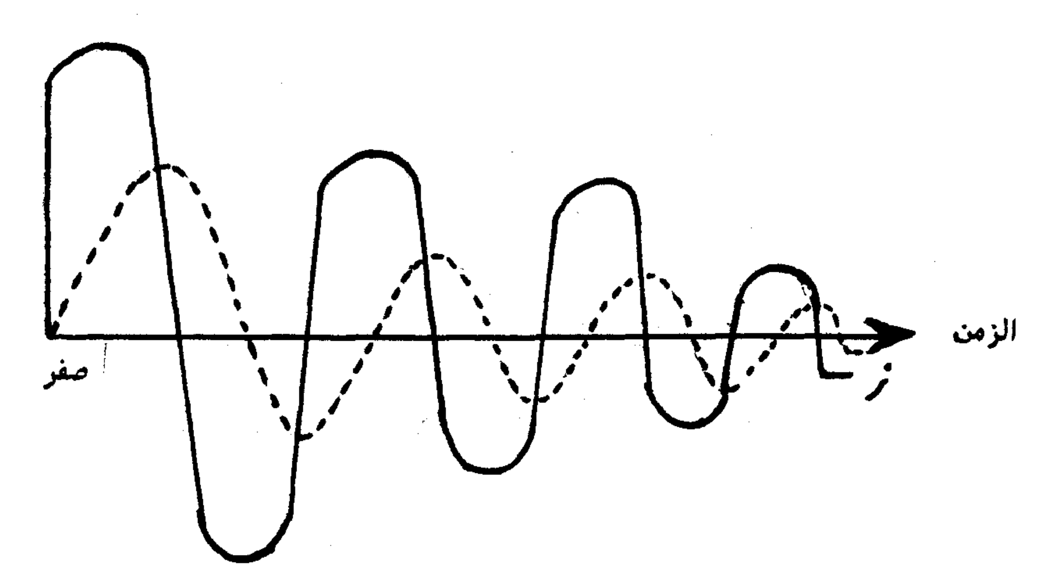
شكــل [١]

نموذج لذبذبات البندول الميكانيكية

وتُعرف المسافة بين موضع البندول وهو ساكن، وبين موضعه وهو فى أقصى سرعته بـــ " السعة " amplitude، ويتوقف مقدارها على قــوة الدفع الأولية التى حركت البندول(٤٦) .



شكل [٣-١] الدائرة المهتزة



شكل (٣-٢) نموذج للذبذبات الكهربائية للدائرة المهتزة

---

(46) Text book of elementary physics , Op. Cit, Vol. (3), sec. 3.1. , PP. 16-17.

أما الدائرة المهتزة فهى نسق فيزيائى يتألف من ملف ومكثف وبطارية ومفتاح. فى الوضع الموضح بالشكل (٢-١) تكون الدائرة فى حالة إتزان، حيث يخلو المكثف من الشحنة نتيجة لعدم مرور التيار. وبإزاحة المفتاح إلى الوضع (ب) تُفتح الدائرة، ويتم شحن المكثف بلوحيه الموجب والسالب، ويتولد بذلك مجال كهربائى بين لوحى المكثف يُختزن فيه مقداراً من الطاقة. فإذا أزحنا المفتاح مرة أخرى إلى الوضع (أ) ، انفصل المكثف عن البطارية ، وأصبحت الدائرة مغلقة . حينئذ تبدأ الذبذبات الكهربائية الحرة فى الدائرة (شكل ٢-٢)، حيث يمر تيار كهربائى لحظى من اللوح الموجب للمكثف إلى اللوح السالب ماراً بالملف، ويتبادل لوحى المكثف شحنتيهما الموجبة والسالبة . وبمرور التيار فى الملف يتولد له مجال مغناطيسى يختزن الطاقة التى كانت موجودة فى المجال الكهربائى للمكثف، لتتم بذلك العملية العكسية . وهكذا يحدث باستمرار تبادل للطاقة بين المجالين حتى ينعدم التيار، ومن ثم الذبذبات، نتيجة لمقاومة الملف والأسلاك الأخرى [٤٧].

ننظر الآن فى طبيعة التشابهات القائمة بين النسقين : الميكانيكى والكهربائى ، وهو ما يتضح من خلال النقاط التالية [٤٨].

أ – القوة المؤثرة على البندول من الخارج عند بدء الحركة تماثل القوة الدافعة الكهربائية للبطارية electromotive force فى الدائرة .

ب – إزاحة البندول عن موضع الإتزان تماثل شحن المكثف، ومن ثم فإن طاقة الوضع Potential energy للبندول تماثل طاقة المجال الكهربائى energy of electric field للمكثف .

---

(47) Ibid , Vol. (3) , sec. 3.2., PP. 59-61 .

(48) Ibid , Vol. (3), sec. 3.3., PP. 61-62 .

جـ- سرعة البندول تماثل تدفق التيار فى الدائرة ، ومن ثم فـإن طاقة الحركة Kinetic energy تماثل طاقة المجال المغناطيسى energy of magnetic field .

د - تضاؤل الذبذبات الميكانيكية بالاحتكاك، وتحول أجـزاء مـن الطاقة إلى حرارة تدريجياً يماثل تضاؤل الذبذبات الكهربائيـة بمقاومـة الملف والأسلاك، وتحول طاقة التيار إلى حرارة أيضا .

هناك إذن تناظر واحد بواحد بين مراحل عمل كل مـن البنـدول المتأرجح والدائرة الكهربائية المهتزة ، وهو ما يعنى فى النهايـة أنـهما نموذجان لنفس النسق الصورى .

ب - التمثيل المادي:

[٧ - ٢] - أما التمثيل المادى ففيه يكون النموذج بمثابة " متطابقة" replica (نسخة طبق الأصل) للنسـق الأصلـى parent system، وإن اختلفت أبعاد كل منهما بما تسمح به ظروف التجربة. هنا نجد ما هو أكثر من التمثيل الصورى، ففى هذا الأخير قد لا يوجد تشابه بيـن النمـوذج والأصل سوى ما تُعبر عنه علاقة التشاكل، لكن التطـابق يعنـى أيضـاً وجود ما يمكن أن نسميه التشابهات المادية material similarities بيـن النسق الأصلى ومتطابقته. فلو نظرنا مثلاً إلى أجنحة الطائرة ومتطابقتها، لوجدنا أنهما متشابهان فى الشكل والصلابة ، وقد يُصنعـان مـن نفـس المادة، وإن كانا مختلفين فى وجه واحد على الأقل، وهو الحجم(٤٩). كذلك الحال بالنسبة للنماذج البللورية crystallographic models لمـادة مـا ، والـتى نقول أنها متماثلة مادياً وصورياً نظراً لتشابه النسب الهندسية بين

---

(49) Hesse : Op. Cit, P. 355.

المستويات الذرية فيها(٥٠).

ولا يقف التمثيل المادى عند حدود الجوامد ، بل يتعداه ليشمل عالم الأحياء، من ذلك مثلاً ما نراه فى ميدان الهندسة الوراثية (أو هندسة الجينات genetic Engineering) من محاولات (يُخشى تطبيقها على الإنسان) لاستنساخ(*) كائنات حية مماثلة بيولوجياً ووراثياً للكائنات المستنسخ منها، وهى المحاولات التى أثارت- ولا تزال تثير- عاصفة

---

(50)Text book elementary of physics , Vol. (1) , sec. 15.4., PP. 427-428.

(*) كانت أولى المحاولات الناجحة للاستنساخ هى تلك التى أعلن عنها فى الأسبوع الأول من مارس عام ١٩٩٧ ، حيث أعلن علماء معهد " روزلين" فى جنوب إدنبره باسكتلندا عن ميلاد أول نعجة تتم ولادتها عن طريق الاستنساخ الجسدى، أى عن طريق أخذ خلية ناضجة من ثدى نعجة حامل، ووضع نواتها فى بويضة نعجة أخرى، بعد تفريغها من النواة التى تحمل جيناتها الوراثية، وعندما بدأت عملية الانقسام ، تم وضع النطفة فى رحم نعجة ثالثة، لتتم بذلك ولادة النعجة "دوللى " ، ولتكون نسخة متطابقة وصورة طبق الأصل من النعجة الأولى التى تم أخذ الخلية الجسدية من ضرعها.

ولم تلبث الضجة التى أحدثها مولد " دوللى " أن تهدأ ، حتى خرج فريق من العلماء فى معهد " أوريجون " لبحوث الأوليات بالولايات المتحدة ، ليعلنوا خبر ولادة أول توأم من قرود " الريزوس" ، وهى من الثدييات، تلك الفصيلة التى ينتمى إليها الإنسان، والأقرب شبهاً إليه ، عن طريق الاستنساخ الجنسى ، أى عن طريق التقاء الحيوان المنوى بالبويضة ، وتكوين أجنة مستقلة من الخلايا المنقسمة خارج الرحم، حيث تكون هذه الأجنة متطابقة ومتشابهة من حيث الشكل والتركيب الجينى. وما كان لهذه المحاولات أن تنجح لولا ما سبقها من بحوث فى مجال البيولوجيا الجزيئية ، لا سيما اكتشاف الشفرة الوراثية لجزئ الـ D.N.A ، الذى يبرمج الصفات الوراثية للكائن الحى .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

- محمد سعيد الحفار : البيولوجيا ومصير الإنسان (سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، نوفمبر ١٩٨٤) العدد (٨٣) ، ص ص ١٠٩ وما بعدها .=

من الجدل الصاخب فى الأوساط العلمية والدينية .

جـ- التمثيل بالصفات :

[٧ – ٣] – التمثيل بالصفات هو الشق الأول من التمثيل الصورى. وفيه نربط بين شيئين فرديين (أو مجموعتين من الأشياء) من خلال التشابهات القائمة بين صفات كل منهما .

وصورة قياس التمثيل بالصفات فى المنطق التقليدى هى [(٥١)]: –

الشئ (ق) يتمتع بالصفات (أ ، ب ، جـ ، د) ، هـ ، و .

<u>الشئ (ك) يتمتع بالصفات (أ ، ب ، جـ ، د)</u>

∴ من المحتمل أن الشئ (ك) يتمتع بالصفتين (هـ ، و)

وكمثال على ذلك يمكن إيراد صفات الماء الموجية والصفات المماثلة لها فى الضوء، أو تماثل أعراض المرض بين شخصين مختلفين، أو تماثل الصفات الشكلية بين كل من المثلث والهرم، أو بين الدائرة والكرة ، ... وهكذا .

والاحتمال فى نتيجة القياس السابق يعنى أن النتيجة قد تكون يقينية، فقد تبين مثلاً أن البنية الجيولوجية لهضبة جنوب أفريقيا تتشابه من نواحٍ كثيرة مع البنية الجيولوجية لهضبة شرق سيبيريا . ففى عروق الألماس بجنوب أفريقيا عُثر على معدن ضارب للزرقة. وبالصدفة اكتُشف هذا

= – ستيفانى يانشنسكى : هندسة الحياة – العصر الصناعى للبيوتكنولوجيا (ترجمة أحمد مستجير ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٠). ص ص ٣٣ وما بعدها .

- عبد الهادى مصباح: الاستنساخ بين العلم والدين (الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، ١٩٩٨) .

(٥١) ألكسندرا غيتمانوفا : علم المنطق ، ص ٢٥٩.

المعدن الضارب للزرقة عند مصب أحد الأنهار بـــ " ياقوتيـا " (فـى سيبيريا) . وباستخدام قياس التمثيل خلص الجيولوجيـون إلـى القـول باحتمال وجود مخزونات من الألماس فى ياقوتيا أيضا . وقد ثبتت صحـة هذا القياس،إذ أصبحت ياقوتيا مصدراً لكميات كبيرة من الألماس(٥٢).

د – التمثيل بالعلاقات :

[٧ – ٤] – وهو الشق الثانى من التمثيل الصورى ، حيث نربط فيه بين النموذج والأصل إنطلاقاً من تشابه العلاقات بيـن أجـزاء كـل منهما. فإذا كان لدينا النسقان (أ ع ب) و (حــ ع١ د) ، فإن العلاقتيـن ع ، ع١ متماثلتان دون أن تكون أ متشابهة مع حــ ، أو ب مع د . ومثال ذلك نموذج " رذرفورد "لبنية الذرة ، الذى بناه على أساس تماثل العلاقات بين الشمس والكواكب من جهة ، وبين نواة الذرة والإلكترونات ، ولكـن الشمس ليست مشابهة لنواة الذرة ، ولا الكواكب مشابهة للإلكترونات(٥٣).

من أمثلة التمثيل بالعلاقات أيضا ، تلك التمثيلات التى تستند إليـها استنتاجات " علم البيونيكا " Biomics (علم دراسة الأشياء والعمليات فـى الطبيعة الحية بهدف استخدام المعارف المحصلة فى الأجـهزة التكنيكيـة الحديثة) . ومن ذلك مثلاً أن " الخفاش " يُصدر عند الطيران موجات فوق صوتية ، ثم يلتقط انعكاساتها من على سطح الأشياء، فلا يخطئ التوجـه فى الظلام. وقد استخدم الإنسان هذا المبدأ فى تصميم الرادار(٥٤).

---

(٥٢) نفس المرجع ، ص ٢٦٠.

(٥٣) نفس المرجع السابق ، ص ص ٢٦٠-٢٦١ .

(٥٤) نفس المرجع ، ص ٢٧٢ .

هـ – التمثيل الموجب :

[٧ – ٥] – وسواء أكان التمثيل مادياً أو صورياً ، صفاتياً أو علاقياً ، فإنه إما أن يكون موجباً أو محايداً أو سالباً . وهو أمر يتوقف على مدى قوة التشابهات القائمة بين النموذج وبين النسق الأصلى ، ومدى جوهريتها.

والتمثيل الموجب يعنى وجود ترابط قوى وضرورى بين سمات التشابه وبين السمة المنقول من النموذج إلى الأصل ، مما يعنى قطعاً صدق النتيجة ويقينيتها . وصورة قياس التمثيل القوى فى المنطق التقليدي هى [٥٥] : –

الشئ (ق) يتمتع بالصفات (أ ، ب ، جـ ، د) ، هـ

الشئ (ك) يتمتع بالصفات (أ ، ب ، جـ ، د)

ومن جملة السمات (أ،ب،جـ،د) تلزم بالضرورة هـ

∴ الشئ (ك) يتمتع حتماً بالسمة هـ .

ويمكن أن نتحقق من صحة هذا القياس وصدق نتيجته بوضعه فى صورة رمزية حديثة. فإذا رمزنا لمجموعة السمات (أ ، ب ، جـ ، د) بالرمز (ل)، وللسمة (هـ) بالرمز (م) ، وللشئ (ك) بالرمز (ن)، وأبقينا على (ق) كما هى ، أمكننا القول :

كلما كانت ق كانت ل و م

وكلما كانت ن كانت ل

وكلما كانت ل كانت م

∴ كلما كانت ن كانت م

أو كلما كانت ن كانت ل و م

---

(٥٥) نفس المرجع ، ص ٢٦١ .

ومن الواضح أننا حيال قياس شرطى خالص متصل، لـــــه ثـــلاث مقدمات: تعبر الأولى منها عن النموذج وما يتمتع به سمات ملحوظة، أما الثانية فتشير إلى الأصل وما يتمتع به من جزء من سمات النموذج، وتأتى الثالثة مثبتة للترابط الضرورى بين سمات النموذج. أما النتيجـــــة فتـــأتى مثبتة لتمتع الأصل بالجزء الآخر من سمات النموذج، أو بكـــــل ســـمات النموذج التى يتمتع أصلاً بجزء منها .

ونضع الصورة الرمزية السابقة فى صيغة دالة بلغة نظرية حســاب القضايا (*)على النحو التالي :

{ [ق ⊂ (ل . م)] . [(ن ⊂ ل) . (ل ⊂ م)] } ⊂ (ن ⊂ م)

أو

{ [ق ⊂ (ل . م)] . [(ن ⊂ ل) . (ل ⊂ م)] } ⊂ [ن ⊂ (ل . م)]

ونستطيع البرهنة على صدق هاتين الدالتين باستخدام قوائم الصدق، حيث تأتى جميع القيم تحت الثابت الرئيسى- وهـــو التضمـــن الرابـــع - صادقة . نكتفى بالبرهنة على الدالة الأولى كما يلى :

(*) لمزيد من التفاصيل حول المصطلح الرمزى لنظرية حساب القضايا ، انظر :
محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمزى " بحث فى الحساب التحليلى والمصطلح" دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩١) الفصول من الثانى إلى السادس.

ش.ر

[ق	⊂	(ل	.	م)]	.	[(ن	⊂	ل)	.	(ل	⊂	م)]	⊂	(ن	⊂	م)
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص
ص	ك	ص	ك	ك	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ص	ك	ك
ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ك
ص	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ص	ك	ك	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ص
ص	ك	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ك	ك
ص	ك	ك	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك
ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ك	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص
ك	ص	ص	ك	ك	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ص	ك	ك
ك	ص	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ك
ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ك	ص	ك	ك	ص	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ص
ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ك	ك
ك	ص	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك

ولكى نستخرج قيم صدق الثابت الرئيسي قمنا بـــإجراء الخطــوات التالية:

١ – وضع الإحتمالات المختلفة (صدق ص ، كـــذب ك) للمتغــيرات الأربع بواقع ستة عشر إحتمالاً لكل متغير حسب الترتيب التـــالي : ثمانية احتمالات للصدق ومثلــها للكــذب للمتغــير (ق) ، أربعــة احتمالات للصدق ومثلها للكذب للمتغير (ل) على التوالى، احتمــالان للصدق ومثلهما للكذب للمتغير(م) على التوالى ، ثم احتمـــال صـــدق واحتمال كذب على التوالى للمتغير (ن) .

٢ – اســتنتاج قيم صدق دالة الوصل (ل . م) طبقاً لقاعدة الوصل القائلة بصدق الدالة فى حالة صدق عنصريها معاً، وكذبها فيما عدا ذلك.

٣ – استنتاج قيم صدق دالات اللزوم: الأولى بين (ق، الوصل الأول) ، والثانية بين (ن ، ل) ، والثالثة بين (ل ، م)، والرابعة بين (ن،م) وذلك طبقاً لقاعدة اللزوم القائلة بأن الدالة تصدق فى كل الحالات مـا عدا حالة صدق المقدم وكذب التالي .

٤ – استنتاج قيم صدق دالة الوصل الثالثة الرابطة بين دالة اللزوم الثانيـة ودالة اللزوم الثالثة.

٥ – استنتاج قيم صدق دالة الوصل الثانية الرابطة بين دالة اللزوم الأولى ودالة الوصل الثالثة .

٦ – استنتاج قيم صدق دالة اللزوم الرابع– وهو الثـابت الرئيسـى فـى القياس – بين الوصل الثانى واللزوم الخامس، حيث تظهر كل القيـم صادقة، مما يؤكد صدق القياس واتساق مقدماته مع نتيجته .

وقد أفضنا فى شرح قياس التمثيل الموجب وتبيـان مـدى صـدق نتيجته لأنه أساس بناء النماذج فى العلم، وإن كان الركون إليـه بمفـرده أمراً يُخل بأهم خصائص المعرفة العلمية ، أعنى نسـبية تلـك المعرفـة وتقريبيتها ، فكل قياس فى العلم يُعطى دائماً مع خطأ محتمل، والاعـتراف بهذا الخطأ المحتمل هو المنفذ الذى يجرى خلاله تعديل المعرفة العلميـة وإثرائها(٥٦).

لكـن التمثـيل المـوجب يمكن أن يكون مقبولاً بمفرده فى نطاق

---

(٥٦) محمد محمد قاسم : المدخل إلى فلسـفة العلـوم (دار المعرفـة الجامعيـة ، الإسكندرية ، ١٩٩٦) ص ٢١ .

البراهين الرياضية والمعادلات التفاضلية. من ذلك مثلاً أن صياغة سمات التشابه بين المثلثات تقوم على هذا النوع من التمثيل " إذا كانت زوايا المثلث الثلاثة متساوية مع زوايا مثلث آخر،كان هذان المثلثان متشابهين".

ومن ذلك أيضا ما نراه من تماثل قوى بين قانون كولوم Coulomb law فى الكهرباء (نسبة إلى عالم الفيزياء الفرنسى " تشارلز كولوم"(١٧٣٦-١٨٠٦) . والقائل بأن " قوة التجاذب أو التنافر بين شحنتين نقطويتين تتناسب طرداً مع حاصل ضرب شحنتيهما وعكساً مع مربع المسافة بينهما " ، وبين قانون " نيوتن " العام فى الجاذبية ، والقائل بأن " قوة الجذب المتبادل بين جسمين تتناسب طرداً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكساً مع مربع المسافة بينهما " .

فصيغة الأول : $ق = ث \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$

(حيث $ش_١$ الشحنة الأولى ، $ش_٢$ هى الشحنة الثانية، ف هى المسافة بينهما ، أما ث فهى ثابت يتوقف على كيفية اختيار وحدات القياس وصفات الوسط الذى يجرى فيه تفاعل الشحنات) .

وصيغة الثانى : $ق = ث \frac{ك_١ \times ك_٢}{ف^٢}$

(حيث $ك_١$ هى الكتلة الأولى، $ك_٢$ هى الكتلة الثانية، ف هى المسافة بينهما ، ث ثابتة الجاذبية).

وكما نلاحظ لدينا هنا تمثيل موجب وقوى، ولكن فى حدود الصياغة الرياضية ، بمعنى أن هناك تماثل صورى علاقى بين موضوعين مختلفين (شحنتين كهربائيتين وجسمين) تعبر عنه صيغ متماثلة البنية[٥٧].

---

(٥٧) غيتما نوفا : علم المنطق ، ص ص ٢٦٨- ٢٦٩ .

و – التمثيل المحايد :

[٧ – ٦] – لا ينبغى إذن أن نركن إلى مجموعة التشابهات القائمة بين النموذج والأصل بوصفها الأطر الوحيد للتمثيل ، حتى ولو كانت قوية،فكل نموذج مقترح ينطوى أيضا على مجموعة من الاختلافات الفارقة بينه وبين الأصل . هذه الاختلافات نسميها " تمثيلاً سالباً " (أو كاذباً) . أما إذا تساوت التشابهات والاختلافات، أو إذا كنا على جهل بما تمثله خواص النموذج من هاتين المجموعتين،فإن التمثيل هنا يكون محايداً ، ريثما ترجح كفة إحدى المجموعتين على الأخرى[٥٨].

والتمثيل المحايد – كما ذكرنا – يؤدى إلى نتيجة احتمالية ، فإذا رمزنا إلى الحكم الصادق بـ ١ ، وإلى الحكم الكاذب بـ ٠ ، فإن درجة احتمال النتائج فى التمثيلات المحايدة تقع بين ٠ ، ١ ، أى أن ١> ح > ٠ . حيث ترمز (ح) إلى درجة احتمال النتيجة المستخلصة بهذا التمثيل .

ولزيادة درجة احتمال الاستنتاجات القائمة على التمثيل المحايد (أو غير القوى) ينبغى مراعاة جملة الشروط التالية [٥٩]: –

١ – يجب أن يكون عدد السمات المشتركة بين النموذج والأصل كبيراً قدر الإمكان.

٢ – يجب أن تكون السمات المشابهة أساسية وجوهرية، ذلك أن التمثيل القائم على تشابه سمات غير جوهرية أمر مميز للتفكير غير العلمى.

٣ – يجب أن تكون السمات المشتركة غير متجانسة قدر الإمكان.

٤ – ينبغى مراعاة نوعية نقاط الاختلاف ومدى أهميتها . فإذا كانت

---

(58) Hesse : Op. Cit, P. 356.

(٥٩) المرجع السابق، ص ص ٢٦٤ – ٢٦٥ .

الأشياء تختلف فى سمات جوهرية فإن نتيجة قياس التمثيل قد تكــون خاطئة .

٥ – السمة المسحوبة من النموذج يجب أن تكون من نفس نمط الســـمات المتشابهة.

ز – التمثيل السالب :

[٧ – ٧] – على الرغم من أن معظم التمثيلات فى العلم – والتـــى ضربنا لها أمثلة فيما سبق – قد أثبتت أنها نافعة ومثمـــرة ، إلا أن هنـــاك اختلافات – كما أشرنا – بين النموذج والأصل ينبغى أخذها بالحسبان. وقد لا تظهر هذه الاختلافات فى وقت مبكر من بناء النموذج، نتيجة لقصـــور معرفتنا ومحدوديتها، إلا أن إخضاع النمـــوذج لسلســـلة مـــن العمليـــات الاستنباطية والتجريبية يؤدى حتما إلى كشفها ، فيكون ذلك بمثابة تمـــهيد لتطوير النموذج أو استبداله بآخر [٦٠].

التمثيل السالب إذن – ومن ثم الكاذب – قد يأتى عرضـــاً، نتيجـــة الجهل بقواعد بناء النماذج أو قصور المعرفة، لكنه أمر مفـــترض ووارد فى مسيرة التقدم العلمى ، قد لا يقل أهمية عن التمثيل الموجب.

نضرب مثالا لذلك بالكهرباء. فالتيار الكهربائى كما نعرفه اليوم هو حركة جسيمات سالبة الشحنة (الإلكترونات) خلال موصــــل conductor فالإلكترونات هى " النموذج " الذى نعمل من خلاله الآن لتفسير الكهرباء، ولكن كيف نظر العلماء إلى الكهرباء خلال القرن الثامن عشر؟ ونجيب : من خلال نموذج آخر ، ألا وهو " الماء " المتدفق خلال أنبوب. ولقد كان هناك عدد كاف من التشابهات لتبرير هذا النموذج من قبل القـــائلين بـــه،

(60) Barbet, A.H. : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 241 .

ولعل أبرزهم عالم الفيزياء الفرنسى" أندريه مارى أمبير" A.M.Ampere (١٧٧٥-١٨٣٦) ، وعالم الفيزيـــاء الألمـــانى " جـــورج ســـيمون أوم" G.S.Ohm (١٧٨٧-١٨٥٤) . فالماء ينساب عبر أنبوب عريض وقصير بطريقة أسهل من انسيابه عبر أنبوب ضيق وطويل. وكلما ازداد ضيـــق الأنبوب أو طوله ازدادت مقاومته لتيار الماء. وكذلــك الحـــال بالنســبة للكهرباء، إذ يمكن أن نتحدث عن زيادة مقاومة الموصــــل (أو الســلك) للتيار الكهربائى كلما كان أرق وأطول. وكما أننا نقيــس تدفــق المـــاء بالجالونات (أو اللترات) فى الثانية ، فإن " الكولوم" فى الثانية هو وحــدة قياس التيار الكهربائى. هذا من جهة، ومن جهة أخـــرى يشــكل المـــاء "ضغطا" عاليا عند اندفاعه من صهريج مرتفـــع، وكلمـــا ازداد ارتفـــاع الصهريج عظُم ضغط الماء الخارج منه إلى الأنبوب ، وكذلك الكهرباء ، فبقدر ما تكون القوة الدافعة الكهربائية للمصدر أعلى ، يكون ضغط التيار الكهربائى المار عبر سلك أعظم.

ومع أن هذه التشابهات – التى تعبر عن تمثيل موجب– كانت كافية لتبرير النظر إلى الكهرباء كمائع fluid متدفق ، إلا أن التمثيل ينهار فـــى عدد من الوجوه ليصبح تمثيلا سالبا ، ذلك أن نشاط هذا المائع المفــترض لا يشبه بحال نشاط جزيئات الماء، كما أن خواصه الفيزيائية تختلف تماما عن خواص الماء، هذا فضلا عن اختلاف الآثار العملية لكل منهما. ولقــد كان هذا التمثيل السالب مدعاة لإعادة النظر فى هـــذا النمـــوذج ، حتـــى اكتشف الفيزيائى الإنجليزى "جوزيف طومسون" J. Thomson (١٨٥٦-١٩٤٠) الإلكترون عام ١٨٩٦ خلال تجاربه فى مجال التفريغ الغـــازى Gas Discharge (أى مرور التيار الكـــهربائى فـــى غـــاز متـــأين) ، فأصبحت حركة الإلكترونات هـــى النمـــوذج المعتمـــد لتفســـير التيـــار

الكهربائى. حقا لقد نجح التمثيل الموجب بالماء فى تفسير العديد من الظواهر الكهربائية وتقريبها إلى الفهم، لكن التمثيل السالب كان حافزا لمزيد من البحث فى طبيعة الكهرباء بظواهرها الأخرى الغامضة(٦١).

---

(61) Ibid.

وأنظر أيضا : متيشيل ويلسون : الطاقة (ترجمة مكرم عطية ، مراجعة نزيه الحكيم، دار الترجمة والنشر لشئون البترول ، بيروت، ١٩٧١) ص ص ٤٦-٤٧ .

الفصل الثالث

خصائص النموذج العلمى

٨ – يؤدى بنا البحث فى أنواع التمثيل إلى بحـــث آخــر يتعلـق بالإجابة عن سؤال هام ، ألا وهو : " كيف تؤدى النماذج وظيفتـــها ؟" . ولعل أفضل وسيلة للإجابة عن هذا السؤال هو أن ننظر فى خصـــائص النموذج العلمى. فإذا كانت النماذج – بصفة عامة– أدوات لتشكيل الواقع، فلابد وأن تكون للنموذج العلمى خصائص تميزه عن غيره فـــى ســبيل تحقيق هذا الهدف. ومع تعدد هذه الخصائص ، إلا أن ثلاثاً منها تبقى هى الأهم والأسبق، وهى على التوالى : القوة التفسيرية ، والقدرة على التنبؤ، والديناميكية . هيا نعرض بإيجاز لكل منها .

أولا: القوة التفسيرية :

[٨ – ١] –نعنى هنا بالتفسير explanation ما يتمتع به النموذج من قدرة على تعقيل الظواهر أو الوقائع الطبيعية الغامضة وتقريبها إلـــى الفهم . ولا يختلف هذا المعنى عما ذكره " رونز " فى قاموسه الفلســفى ، إذ يُعرّف التفسير بأنه " العملية ، أو الأسلوب ، أو الوسيلة ، أو المنـــهج الذى نتبعه لكى نجعل واقعة ما – أو عبارة ما – مقبولة لدى العقل " (٦٢).

ومن الطبيعى أن تنطوى عملية التعقيل تلك على عدة إجـــراءات، منها الوصف التكوينى genetic description لعناصر الواقعـــة المـراد تفسيرها، والكشف عما بينها من ترابطات سببية ، والتوضيـــح المنســق،

---

(62) Runes (ed) :Dictionary of Philosophy , item: “Explanation” , P. 119.

والعرض المنظم لتلك العناصر(٦٣). وبهذه الإجراءات نخطو خطوة واسعة على طريق تعميم النموذج كنسق عقلى يفسر الواقعة قيد البحث وما يماثلها من وقائع. وهو ما يدفعنا إلى القول مع " رونز " بأن التفسير في مجمله هو " البحث عن تعميمات generalizations –لنسق عقلى ما– بحيث تكون المتغيرات الواردة فى هذا النسق مترابطة وظيفيا بطريقة تتيح لنا حساب قيمة أى متغير منها إنطلاقا من معرفة قيم المتغيرات الأخرى " (٦٤).

والتفسير بهذا المعنى هو أولى خصائص النموذج العلمى. تشهد بذلك بنيته الصورية الرابطة بين عناصر مجموعة من الصفات أو العلاقات، هى فى النسق الأصلى غامضة ومنفصلة عن بعضها البعض. فالرابطة هنا رابطة بنائية استدلالية ، تحقق عن طريق التمثيل الموجب وضوحا نسبيا للأصل. وباستبعاد التمثيل السالب تدريجيا ، نصل رويدا رويدا إلى نموذج هو أقرب ما يكون إلى الأصل .

ولكى نقف على كيفية اكتساب النموذج لقوته التفسيرية، نعود إلى ما سبق أن ذكرناه من قبل (ف ٣) من أن النموذج يستعين فى تفسيره للظاهرة الجزئية التى يمنذجها–والتى يمكن أن نسميها " موضوع التفسير" Explanandum(٦٥)– بنسق آخر واضح ومألوف ، له سبق إبستمولوجى على تلك الظاهرة . قد يكون هذا النسق المألوف نسقا تجريبيا أو رياضيا سابقا، يفسر آلية عمل إحدى ظواهر الطبيعة (كنسق حركة الكواكب حول الشمس واستخدامه فى تفسير بنية الذرة) ، أو يفسر آلية عمل إحدى

---

(63) Ibid.

(64) Ibid.

(65) Hesse : Models and Analogy in science , OP. Cit, P. 356.

التقنيات الحديثة (كنسق إرسال واستقبال الإشارات فى شـبكة الـهواتف واستخدامه فى تفسير بنية المخ) ، المهم أن يكون هذا النسـق المـألوف واضحا ومفهوما بالفعل، وهذا يعنى أنه يحمل معه ما يمكن أن نسميه بـ " النسيج المكشوف " Open texture، أو " المعنى الفـائض " Surplus meaning ، الذى يكشف لنا عن مجموعة من الترابطات associatoins واللزومات implications القائمة بين عناصره، والتـى يمكـن نقلـها بالتمثيل إلى " موضوع التفسير " . ولأن النموذج- بهذا المعنى الفـائض- هو أغنى من موضوع التفسير، فإنه يفصح عـن تصـورات وعلاقـات تصورية تفتقر إليها المعطيات التجريبية بمفردها(٦٦).

من جهة أخرى ، تقاس القوة التفسيرية للنمـوذج بمـدى إمكانيـة الحصول على تنبؤات ناجحة، فإذا كان التفسير تعميما لنسق عقلى معيـن يقنن آلية عمل إحدى الوقائع، فإن التنبؤ الناجح بسلوك الوقائع المماثلة هو النتيجة اللازمة عن مثل هذا التعميم، ومن ثم التفسير. لننظـر إذن فـى التنبؤ كخاصية أخرى هامة للنموذج العلمى.

ثانيا: القدرة على التنبؤ :

[٨ – ٢] – يهدف النشاط العلمى بصفة عامة، وبنـاء النمـاذج بصفة خاصة، إلى إيجاد أساليب تمكن الإنسان من تفهم الواقع المحيط به، والتنبؤ بأحداثه المستقبلة ، لا سيما تلك التى تتحـدى بطبيعتـها أسـلوب الملاحظة المباشرة . ونعنى بالتنبؤ prediction قـدرة النمـوذج علـى إمدادنا بمعلومات مسبقة عن شئ ما أو ظاهرة ما استنادا إلـى تحليـلات رياضية ومنطقية تتعلق بهذا الشئ أو تلك الظاهرة. ولـذا نسـتبعد هنـا محاولات التنبؤ " اللاعلمى " ، (كأخذ الفأل ، والتكهن الغيبى- والتنجيم –

---

(66) Ibid .

والتجلى) . كذلك نستبعد تلك التنبؤات التى ليست لها صفة علمية صارمة، ولا تعتمد على تحليل نظرى للحوادث ولا على الشروط الطبيعية التى تجرى بموجبها ، إنما هى أقرب إلى القواعد المستخلصة من ملاحظات تجرى فى الحياة اليومية، وتتجمع بمرور الزمن حتى تصبح قواعد لا تتمتع بالدقة العلمية (كتنبؤ الإنسان العادى بأحوال الطقس من حر وبرد ومطر)(٦٧) .

وكما نلاحظ من التعريف السابق، ترتبط القدرة على التنبؤ بالقوة التفسيرية للنموذج. فليس المقصود بالتفسير سوى أن نتأكد من أن الطبيعة فى سيرها وحركاتها لا تسير حسب أهواء عمياء، وإنما تخضع لقوانين (هى بمثابة نماذج لها) ، فإذا اكتشفنا تلك القوانين (أو النماذج) أمكننا فهم ما يحدث أمامنا ، وأمكننا التنبؤ بما قد يحدث فى المستقبل(٦٨).

ويعنى ذلك مطالبة كل تفسير بأن يكون تنبؤاً ممكناً ، أو فلنقل أن الحادث المراد تفسيره هو ذلك الذى كان وقوعه متوقعاً(٦٩).

ومن الطبيعى إزاء تفاوت القوة التفسيرية من نموذج إلى آخر أن تتفاوت أيضا درجات الدقة فى التنبؤ . ولعل أقدر النماذج على تقديم تنبؤات ناجحة هى تلك التى تتسم بالسمة الرياضية . نضرب مثالا نمطياً لذلك بقانون " نيوتن " العام فى الجاذبية (ف ٧-٥) . فرغم قصور هذا القانون عن تفسير السلوك الشاذ للكوكب " عطارد " – والذى قام بتفسيره على نحو دقيق قانون " آينشتين " فى الجاذبية- إلا أنه – يمكن أن يؤدى

---

(٦٧) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء، ص ص ١٢٣-١٢٤.

(٦٨) محمود فهمى زيدان : الاستقراء والمنهج العلمى (مؤسسة شباب الجامعة ، الإسكندرية ، ط ٤ ، ١٩٨٠) ص ١٤٤ .

(٦٩) كارل لامبرت وجوردن بريتان : مدخل إلى فلسفة العلوم (ترجمة شفيقة بستكى،مراجعة فؤاد زكريا، وكالة المطبوعات ، الكويت، بدون تاريخ) ص ٥٧.

إلى نتائج بالغة الدقة فيما يتعلق بالجاذبية الكونية. وقد كان اكتشاف الكوكب " نبتون" دليلا بارزا على صحة هذا النموذج، هذا فضلا عما يُتيحه اليوم من إجراء حسابات دقيقة للمسارات المعقدة لسفن الفضاء والأقمار الصناعية(٧٠)(*).

وإذا كان قانون " آينشتين " قد حل محل قانون " نيوتن " في الجاذبية، فليس ذلك إلا تأكيداً للخاصية الثالثة من خصائص النموذج العلمى، ألا وهى الديناميكية التى تنقلنا من نموذج إلى آخر عبر مسيرة التطور العلمى.

ثالثا: الديناميكية :

[٨ – ٣] – الديناميكية Dynamism تعنى أن ملائمة النموذج لأصله ليست صفة استاتيكية (مستقرة) . فقد يتبين بتطور العلم أن

---

(٧٠) بلاجوفست سندوف : بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية (مقال بمجلة العلم والمجتمع ، ترجمة إبراهيم البرلسى،العدد المذكور سابقا من المجلة)ص ١٩.

(*) جاء اكتشاف الكوكب " نبتون " تأكيداً لدقة التنبؤات التى يمكن استنتاجها باستخدام قانون "نيوتن" العام فى الجاذبية. فانطلاقا من الحسابات القائمة على هذا القانون، إعتقد العلماء قبيل منتصف القرن التاسع عشر بوجود كوكب آخر غير مكتشف فى المجموعة الشمسية ، وقد أخذ عالم الفلك الإنجليزى " جون آدامز " V.J.C. Adams (١٨١٩- ١٨٩٢) ، ونظيره الفرنسى " لو فرييه" Le verrier (١٨١١-١٨٧٧) على عاتقهما حل هذه المسألة ، وطفقا يحسبان مدار الكوكب المجهول ، فتوصلا إلى نتائج متطابقة. وقد اكتشف عالم الفلك الألمانى " جوهان جوتفريد جاله " J.G. Galle (١٨١٢-١٩١٠) هذا الكوكب " نبتون" بالفعل عام ١٨٤٦ قرب الموقع المحسوب.

انظر : محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء ، ص ١٢٩ .

وأيضا: فيدل ألسينا : التحدى الأكبر (مقال بمجلة الثقافة العالمية، ترجمة صلاح يحياوى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون الآداب ، الكويت، العدد (٣٠) السنة الخامسة، سبتمبر ١٩٨٦) ص ص ١٩- ٢١ .

بعض النماذج غير ملائمة، أو غير صحيحة، ومن ثم يجب أن تُدقّق أو تُكمّل أو تُصحّح أو تُنبذ ، رغم أنها عملت لبعض الوقت وكأنها ملائمة ، وساعدت على تقدم الحقل العلمى الذى استخدمت فيه(٧١).

ومعنى ذلك أننا لا نملك فى العلم نموذجاً مثالياً كاملاً، بل إن كل نموذج علمى عُرضة دائما للمراجعة والتعديل أو التبديل والتغيير. وهذه هى طبيعة العلم: نتناول النموذج بما قام عليه من فرضيات إقتضتها الملاحظة والتجربة والقياس، فنتدارس مقدرة هذا النموذج على التنبؤ فى ضوء ما يستجد على الدوام من ملاحظات وتجارب وتحسين فى أجهزة القياس، وبحسب ذلك نظل نعدل النموذج ، وقد نغيره برمته. وهذه الخطوة تعود بنا من حيث بدأنا، فيتكرر العمل بلا نهاية . لكننا فى خطانا هذه المستجدة لا نسأل هل يطابق النموذج الحقيقة أم لا . إننا نعرف أنه نموذج لها لا أكثر ولا أقل، ونعرف أن غاية العلم هى تقريب نماذجه من الحقيقة على الدوام(٧٢).

تناظر الديناميكية – بمعنى ما – تحطيم العلم الثورى للنموذج الإرشادى عند " توماس كون " فى " بنية الثورات العلمية" ، كما تتناظر تكذيب النظرية التفسيرية الكلية المقبولة عند " كارل بوبر " فى " منطق الكشف العلمى " (٧٣) ، فكل نظرية أو محاولة حل- عند " بوبر " – يجب أن تُختبر بشدة قدر المستطاع. هذا الاختبار الشديد هو دائما محاولة لاكتشاف نقاط الضعف الموجودة بها،أو هو بعبارة أخرى محاولة لتفنيدها

---

(٧١) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء ، ص ١٥٥ .

(٧٢) أحمد سليم سعيدان : مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام ، ص ص ٤٢-٤٣

(٧٣) يمنى طريف الخولى: الطبيعيات فى علم الكلام ، ص ٥٦ .

أو لتكذيبها(٧٤). فالمعرفة ليست جامدة ، وإنما هى فى نمو دائـم مطـرد، ومن ثم فهى فى حاجة إلى نظريات مفتوحة وليست مغلقـة ، نظريـات تكون أكثر قدرة على التطور والتقدم نحو أعلى درجة من الصدق، ولـن يتأتى ذلك للنظرية إلا إذا كانت تحوى فى جنباتها بعض العناصر التـى تحتمل التكذيب. ولن تكون النظرية كذلك إلا إذا كانت شـاملة وعامـة، وتغطى وتفسر أكبر قدر من الظواهر ، فإذا ما حاولنا- طبقا لخطة "بوبر" أن نستبعدها كان علينا الإتيان ببديل لها(٧٥).

نضرب مثالا شهيرا لعملية تعديل النموذج، ثم تغييره، بمحـاولات تفسير الظواهر الحرارية عبر تاريخ العلم، حيث استخدم العلماء فى مطلع العصر الحديث فكرة قديمة عرفت باسم نظرية السيال الحـرارى caloric وهى نظرية كانت تستند إلى اعتقاد شائع بأن الحرارة إنما هى سيال غير مرئى يدعى " حرارياً " ويتدفق داخل أية مادة حين تسخن ، ثم يغادرهـا حين تبرد. ولقد حظيت هذه الفكرة بقدر من التهذيب والتطوير حتى أصبح فى وسعها تقديم تفسير مرض لكل الظواهر الحرارية التى كانت معروفـة فى عصرها، وإليك فروضها الأساسية كما حددها العلماء عام ١٧٧٩ :

- السيال الحراري سائل مرن ذو جزيئات يدفع كل منها الآخر.
- الجزيئات الحرارية تخضع لجذب شديد مـن جزيئـات المـواد الأخرى،والمواد المختلفة تجذب السيال الحرارى بدرجات متفاوتة من الشدة.

---

(٧٤) كارل بوبر : الحياة بأسرها حلول لمشاكل . (ترجمة بـهاء درويـش، منشـأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٨) ص ٣٥.

(٧٥) محمد محمد قاسم : كارل بوبر، نظرية المعرفة فى ضوء المنهج العلمـى (دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٨٦) ص ١٦٤.

- السيال الحرارى لا يفنى ولا يستحدث.

- السيال الحرارى يكون مدركا أو كامنـــا، أى مشـــعورا بـــه أو مختزنا، وهو فى هذه الحالة الأخيرة " يمـــتزج كيميائيـــا " مـــع جزيئات المادة لتحويل الجامد سائلا والسائل بخارا.

- ليس للسيال الحرارى ثقل ممكن الإدراك .

ومن اليسير علينا أن نفهم كيف تعمل هذه النظرية. فكون جزيئـــات المواد تجتذب الجزيئات الحرارية كان يفسر لماذا تسخن الأشياء. وكونـــها تتدافع كان يفسر لماذا يبدو أن معظم الأشياء تتمدد حين يملؤهـــا الســـيال الحرارى. ومادامت أصناف مختلفة من المادة تستطيع اجتـــذاب الســـيال الحرارى بدرجات متفاوتة الشدة، فإن المواد المختلفة تستطيع امتصـــاص مقادير متفاوتة من الحرارة، أى أن لها حرارات نوعيـــة مختلفـــة. أمـــا الحرارة الكامنة فتفسيرها في امتزاج السيال الحرارى امتزاجـــا كيميائيـــا بجزيئات المادة وتحويله هذه المادة إلى حالة جديدة . فالماء- بمقتضـــى هذه النظرية ، ليس إلا جليدا ممتزجا بالسيال الحرارى ، أما البخار فمـــاء ممزوج بكمية أكبر من هذا السيال .

على أنه إذا كان السيال الحرارى موجوداً بالفعل- فيمـــا تســـاءل العلماء- فإن الشئ إذ يسخن ينبغى أن يكن أثقل منه وهو بارد. وقد جرب دعاة النظرية هذه النقطة بأساليب مختلفـــة دون طـــائل، وإذ ذاك اكتفـــوا بتعديل نظريتهم، مضيفين أن السيال الحرارى عديم الثقـــل. لكـــن هـــذا التعديل لم يصمد أمام الملاحظات الجديدة التى كشفت عنها تجارب العلماء منذ أوائل القرن التاسع عشر ، لا سيما تجـــارب الفيزيـــائى الأمريكـــي "بنجامين طومسون " B. Thompson (١٧٥٣-١٨١٤) ، والألمـــانى "روبرت ماير " R. Mayer (١٨١٤-١٨٧٨) ، والإنجلـــيزي "جيمـــس

جول "j. Joule (١٨١٨-١٨٨٩)، وهو ما استدعى نبذ النظرية برمتها، لتحل محلها النظرية الحركية القائلة بأن الحرارة نتيجة طبيعية للحركة الاحتكاكية لجزيئات المادة(٧٦) . وقس على هذا المثال كافة نظريات العلم المختلفة.

ونختم حديثنا بالإشارة إلى الخطوات الأساسية لاستراتيجية التقدم العلمى كما تعبر عنها خصائص النموذج العلمى(٧٧): -

[أ] احترام الواقع العينى وملاحظته.

[ب] اختيار بعض الظواهر الطبيعية المناسبة وجمع المعلومات الهامة عنها.

[ج] إعداد نموذج يفسر اختلاف هذه المعلومات.

[د] استخدام هذا النموذج فى التنبؤ بالحوادث المستقبلة.

[هـ] اخضاع النموذج للفحص التجريبى لمعرفة مدى صحته.

[و] استخدام النموذج علميا فى حدود صحته.

[ز] تعديل النموذج بما يتفق مع المعطيات الخارجة عن حدوده، والبحث عند الاقتضاء عن نموذج آخر، أى العودة إلى الخطوة (جـ) .

---

(٧٦) انظر : ميتشيل ويلسون: الطاقة ، ص ص ٣٤-٣٥ .
وأيضا صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهى بين العلم والفلسفة ، ص ص ١٥٦ وما بعدها.

(٧٧) جورج ماركس وايثر توث : النماذج فى تدريس العلوم ، ص ٤٢.

تعقيب على الباب الأول

٩ – تناولنا فى هذا الباب ثلاثة مباحث مترابطة، تضع القارئ أمام تخطيط عام لفكرة النموذج ودورها فى البحث العلمى والمعرفة الإنسانية. ويمكن إيجاز ما سبق من صفحات فى النقاط التالية :

[٩ – ١] – تعد صياغة النماذج وسيلة الإنسان الرئيسية لسبر أغوار الواقع وهضم ظواهره . بدءً بالكلمات الدالة على الأشياء والأفكار، مثل " الأثير " و " المجال " و " الذرة " و " الإلكترون" ... ، ومروراً بالأشكال الهندسية المختلفة ، وأبسطها " المربع " و " المثلث" و " الدائرة" و " المكعب " ... ، ووصولا إلى الأنساق الرياضية، مثل قوانين " نيوتن" والكمّ والنسبية الخاصة والعامة .. وغيرها. وقد يجمع النموذج الواحد بين هذه الأنواع الثلاث فيسمى نموذجاً فكرياً، وقد تكون له بالإضافة إلى ذلك بنية مادية تتيح إجراء التجارب المتعذر إجرائها على الأصل . ومن ثم يمكن تعريف النموذج بصفة عامة بأنه " نظام مُجسّم أو مُتصور فكرياً، يعكس الموضوع المدروس عكساً مناسباً، أو يعيد توليد بعض الصفات والعلاقات النوعية للموضوع المدروس بطريقة تماثلية (ف ٢ ، ٣). هذا المعنى للنموذج يختلف عما قال به فيلسوف العلم الأمريكى " توماس كون" فى كتابه " بنية الثورات العلمية " ، حيث جعل من النموذج إطاراً فكرياً موجها للبحث العلمى فى مجتمع معين ولزمن معين، بحيث يعنى تغيير النموذج السائد إنفصالاً تاماً بينه وبين النموذج الجديد والقائلين به. وهو ما نختلف فيه مع " كون " ، إذ لا يمكن أن نغفل مقولة الاتصال فى مسيرة التقدم العلمى ، ولعل الأفضل أن نقول بمركب جامع من (الانفصال –الاتصال) ، لا يصبح فيه الحاضر مجرد نفى قطعى للماضى، أو استمرار ميكانيكي له، بل يحمل معه دائما كيفاً جديداً منبثقاً

من الماضى، وان كان لم يتراءى للقدامى بحكم حدودهم المعرفية الأضيق (ف ٤ ، ٥) .

[٩ – ٢] – العلاقة الرابطة بين النموذج وبين الموضوع المدروس هى علاقة تمثيل، تقوم على تشابه كل منهما فى سمات أساسية بارزة ، ومن ثم يمكن نقل السمات الأخرى للنموذج إلى الأصل (ف٦) . ويحفل تاريخ الفلسفة والعلم باستخدامات مختلفة للتمثيل كمصطلح ومنهج، لا سيما عند " إقليدس" و " فيثاغورث" و " أفلاطون" و " أرسطو" ، وغيرهم من فلاسفة وعلماء العصر الحديث وعالمنا المعاصر، هذا فضلاً عن استخدام فقهاء المسلمين له فى قياس المجهول من أمور الدين والدنيا على ما هو معلوم منها بالكتاب والسنة (ف ٦).

والتمثيل أنواع ، فهو إما أن يكون مادياً أو صورياً وفقاً لطبيعة التشابهات القائمة بين النموذج والأصل ، فإن كانت مادية كان التمثيل مادياً، وإن كانت صورية كان التمثيل صورياً. هذا من جهة ، ومن جهة أخرى قد يكون التمثيل صفاتياً أو علاقياً، وهو تمييز يستند إلى كون المعلومات الصورية المنقولة من النموذج إلى الأصل لا تخرج عن كونها صفات أو علاقات. ومن جهة ثالثة قد يكون التمثيل موجباً أو سالباً أو محايداً، وهو أمر يتوقف على درجة اليقين التى تتسم بها المعلومات المنقولة من النموذج إلى الأصل ، فإن كان اليقين قوياً كان التمثيل موجباً، وإن كان ضعيفاً كان التمثيل سالباً ، وإن كان متوسطاً كان التمثيل محايداً (ف ٧ ، ٧ – ١ ، ٧-٢ ، ٧-٣ ، ٧-٤ ، ٧-٥ ، ٧-٦، ٧-٧) .

[٩ – ٣] – ولكى ندرك كيف تؤدى النماذج وظيفتها ، ننظر فى خصائص النموذج العلمى ، وأهمها ثلاث : القوة التفسيرية ، والقدرة على التنبؤ ، والديناميكية . نقول أن للنموذج قوة تفسيرية إذا كانت له قدرة

على تعقيل الظواهر، ووصف الأنساق الرياضية التى تعمـــل بموجبـــها، ووسيلة النموذج فى ذلك هى استعارة إحدى الأنساق الســـابقة المألوفـــة، والتى هى قريبة الشبه من النسق الأصلى المـــراد تفســـيره (ف٨-١) . ونقول أن للنموذج قدرة على التنبؤ إذا كان بإمكانه أن يزودنا بمعلومـــات صحيحة مسبقة عن الظاهرة قيد البحث، بحيث تستند هذه المعلومات إلـــى أساس علمى (ف ٨-٢) . ونقول أخيراً أن النموذج ديناميكي إذا كـــان يقبل التعديل أو التغيير (ف ٨-٣) . وما لـــم يتصـــف النمـــوذج بـــهذه الخصائص الثلاثة ، فلن يكون نموذجاً علمياً.

الباب الثانى

النماذج العلمية

وتشكيل الواقع

" النماذج هى التعبير المنظم عن العناصر

الضرورية لأى مشكلة بمصطلحات وحدود فيزيائية "

ج. ن. ى. جيفرز

تمهيد :

١٠ – إذا كانت المعرفة الإنسانية بأنماطها المختلفة معرفة بالنماذج، فمن البديهى أن تتعدد أنواع النماذج بتعدد المعارف النوعية بصفة عامة وتعدد الأنساق العلمية بصفة خاصة. فقد يكون النموذج مثلاً فلسفياً أو فنياً أو أسطورياً... إلى غير ذلك من أنواع النماذج اللاعلمية ، وهذه جميعاً تتسم بكونها نماذج ثابتة ، تنطلق من رؤى ذاتية ، وتحكمها توجهات مذهبية . لا توصف بالصدق أو بالكذب ، ذلك أنها لا تقبل التحقيق أو التكذيب ، وإنما توصف بأنها مقبولة أو غير مقبولة ، بقدر اقتناعنا بها وميلنا إليها ، وتلك كما نعلم أمور نسبية ، تختلف من شخص إلى آخر ، ومن جماعة إلى أخرى .

لكن النموذج –من جهة أخرى – قد يكون علمياً، يتسم بالديناميكية، وبقدرته على التفسير والتنبؤ بطريقة علمية، بمعنى إمكان تحقيقه أو تكذيبه، ومن ثم إقراره أو تعديله ، أو استبداله بآخر أكثر تحقيقاً لمطالب العقل، وأكثر توافقاً مع معطيات الواقع.

نُركز فى هذا الباب على ثلاثة أنواع مترابطة من النماذج العلمية ، هى على الترتيب : النموذج اللغوى ، والنموذج المنطقى ، والنموذج الرياضى. ويرجع تركيزنا على هذه الأنواع الثلاث إلى الأسباب التالية :

أ – النموذج اللغوى يفترض ما عداه من النماذج – علمية كانت أو غير علمية – فكل نموذج لابد وأن يصاغ بالضرورة فى لغة ، وإلا ظل مجرد فكرة فى ذهن صاحبه ، لا تكتسب قيمتها المعرفية إلا بتحقق الوجود اللغوى " الفيزيائى " لها ، سواء أكانت اللغة التى تصاغ بها هذه الفكرة عادية أو مثالية ، طبيعية أو صناعية.

لا شك أن اللغة هى القاسم المشترك بين مختلف النماذج تقريباً، لكن لغة العلم لها خصوصيتها الفارقة بينها وبين أنواع اللغات الأخرى . لا شك أيضا أن النموذج العلمى قد يتم التعبير عنه بأشكال ورسومات هندسية ، لكن هذه الأخيرة كما سنرى – شأنها شأن الكتابة – مجرد علامات أو نماذج ثانوية تفتقر إلى المعنى الكامن فى النموذج الصوتى الأصلى، وهو الكلمة المنطوقة .

ب – وليست اللغة سوى كلمات تعبر عن أشياء، أو قضايا تُعبر عن تصورات ومواقف. وقد تترابط الكلمات والقضايا – بسيطة ومركبة – لتؤلف نسقاً استنباطياً محكماً ، تأخذ فيه القضايا برقاب بعضها البعض وفقاً لمبادئ وقواعد المنطق ، وهو ما يؤدى بنا إلى النموذج المنطقى الذى يُميز كافة الأنساق العلمية . فما من نسقٍ علمى إلا واستند فى بنائه إلى فكرة الاستنباط المنطقى، حتى وإن حوت مقدماته قضيةً تجريبية أو أخرى، أو دعمت التجربة بعض مبرهناته بطريق مباشر أو غير مباشر. وهكذا يمكننا القول أن كل نسقٍ علمى هو فى الوقت ذاته نموذج منطقى فوق كونه نموذجاً لغوياً .

جـ – ومنذ أن أطلق " جاليليو" عبارته الشهيرة – ذات الأصل الفيثاغورى – القائلة بأن " الطبيعة كتاب مفتوح ، كتبه الله بلغة الأعداد وعلاقاتها" ، أصبحت الرياضيات لغة رسمية لعلوم الطبيعة، فأثمر ذلك تقدماً ملحوظاً فى فهم الطبيعة وحركاتها بمستوياتها المختلفة . ولم تلبث العلوم الإنسانية أن حذت حذو العلوم الطبيعية ، ابتغاءً لدقة النتائج والتنبؤات، فأصبح الرمز الرياضى هو اللبنة الأساسية فى بناء النموذج العلمى، بل لقد أصبح هذا الأخير من حيث الشكل نموذجاً رياضياً خالصاً، وإن كان مضمونه طبيعياً أو اجتماعياً أو اقتصادياً أو سياسياً .. الخ .

وكأننا إذن حين نعرض لهذه الأنواع الثلاث من النماذج العلميـــة، إنما نعرض لثلاثة ملامح أساسية مميزة للنموذج العلمى : الملمح اللغوى، والملمح المنطقى ، والملمح الرياضى ، وإن كان ذلك لا يمنع إمكان تناول الواحد منها منفصلاً ، كأن نتناول مثلاً الكلمات، أو القضايا المنطقيـــة، أو الرموز الرياضية كنماذج مُصغرة ، تدخل فى تكوين نماذج أكبر وأوســـع هى الأنساق العلمية الكاملة . لا يمنع ذلك أيضاً إمكان السبق الأنطولوجى لأى منها على الآخر، فلسنا نبحث هنا فى رد نموذج إلى آخر ، وإنما فى الوظيفة الإبستمولوجية لكل منها .

الفصل الرابع
النموذج اللُغوى

١١ – لعل أول نموذج استخدمه الإنسان لتمثيل أفكاره ونقلها إلـــى الآخرين هو النموذج اللُغوى. فليست اللغة سوى مجموعة من الرموز (أو الكلمات) جُبل الإنسان على صياغتها وتصنيفها بما حباه الله به من عقـلى، وما زوده به من أعضاء تتيح له النطق بها .

ولكى ندرك مدى تميز الكلمات – كوحدات أساسية للغـــة – عمـا عداها من وحدات مماثلة ، ينبغى أن ننظر أولاً فى مفـــهوم " العلامـــة" Sign . ويمكن تعريف " العلامة " بأنها " ذلك الشئ الذى نتخذه مشـــيراً يدل على وجود شئ سواه ، إما لأن الشيئين قد وجدناهما دائماً مرتبطين ، كالدخان الذى يكون علامة على وجود النار، والبرق الذى هو علامة على أن صوت الرعد وشيك الوصول، وانطباع قدم آدمية على الرمل ودلالتــه على أن إنساناً قد وطئ المكان.. وهكذا، وإما لأن الناس قد اتفقوا على أن يكون أحد الشيئين دالاً على الآخر ، كالنور الأحمر ودلالته فـــى حركـــة المرور " [١].

ورغم وضوح هذا التعريف، إلا أنه لا يُميز الكلمات بسمة خاصـــة، إذ ليست بهذا المعنى سوى علامات متفق على مدلولاتها، وهو ما تنبه لـــه الفيلسوف وعالم اللغة الأمريكى " تشارلز بـــيرس" Charles S.Pierce (١٨٣٩–١٩١٤)، حين ميّز بين ثلاثة أنواع أو أنماط للعلامـــة ، أولـــها

---

(١) زكى نجيب محمود : من زاوية فلسفية (ط٣ ، دار الشروق، بيروت ، القـــاهرة، ١٩٨٢) ص ١٠٠ .

العلامة الأيقونية iconic ، حيث تشبه العلامة المرجع الذى تشير إليه مثل صورة القطار، وثانيها العلامة الإشارية indexical ، التى ترتبط سببيا بمرجعها مثل الدخان الذى يشير إلى الحريق ، وثالثها العلامة الرمزية symbolic ، وهى التى ترتبط عشوائياً أو عفوياً arbitrary بمرجعها، ومنها كلمات اللغة(٢).

وكما نلاحظ فإن " بيرس " يميز الكلمات بكونها علامات رمزية، تتسم بأن مدلولها اتفاقى. وسواء قبلنا هذه السمة الأخيرة أم لم نقبلها (ف١٤) ، فإن قوة الرمز تكمن فى كونه لا يقتصر على مجرد الدلالة Significance – بحيث يكون هناك فقط طرف " دال " من جهة ، وطرف " مدلول عليه " من جهة أخرى– بل يضيف الرمز إلى مجرد الدلالة شحنة عقلية ووجدانية يراد لها أن تضع السامع أو الرائى للكلمة فى موقف عقلى وسلوكى معين.خذ مثلا كلمة " الكهرباء " ، فالكلمة نفسها هنا هى " الدال " ، ومسماها هو " المدلول عليه " (*)، لكن الكلمة من شأنها أن تضع المتلقى لها فى موقف عقلى معين يحمل " المعنى " وما

---

(٢) عبد العزيز حمودة : المرايا المحدبة ، من البنيوية إلى التفكيك (سلسلة عالم المعرفة ، الكويت، العدد ٢٣٢، أبريل ١٩٩٨) ص ٢٦٨.

See also Alston, W.P. : Philosophy of Language , Prentice – Hall , INC, Englewood Cliffs, N. J., 1964, P.55.

(*) كان من الممكن القول أن المدلول عليه هنا هو " سيل الإلكترونات السارى فى الموصلات " ، لكن هذه الجملة وفقا لمفهوم " فريجه " عن قضية الهوية identity proposition ، ونظرية " رسل " فى الأوصاف Theory of Description ، ما هى إلا " اسم علم مركب " compound proper name ، أو " وصفا فريدا محددا " يتميز منطقيا عن الاسم الدال من جهة ، وعن مدلوله المادى من جهة أخرى، ولذا فضلنا القول أن المدلول عليه هو مسمى الكلمة ذاتها. لمزيد من التفاصيل عن " اسم العلم المركب " عند " فريجه " و " نظرية الأوصاف " عند " رسل" ، انظر : =

يرتبط به من أفكار عن القوة والضغط والمقاومة والطاقة والضوء.. الخ ، هذا فضلاً عن موقف سلوكى يدفعه إلى الحذر فى التعامل مع هذا الشئ المسمى" كهرباء " وتجنب الصعق به ، أو تطويعه من أجل الاستفادة منه.

هكذا إذن كلماتنا : نوعٌ جزئى واحد من العلامات نسميه الرموز، أو فلنقل النماذج . لكنها نماذج من نوع مختلف عما ألفناه من قبل، فليس ثمة تطابق أو تشابه أو تشاكل (ف ٢) بين النموذج اللغوى وبين ما يشير إليه فى عالم الحس أو عالم الخبرات النفسية . لا شك أن الكلمات- أصواتاً وترقيمات- ما هى إلا نماذج مادية ، ولكن ما أبعد الفرق بين "موجات صوتية " أنطق بها ، أو " قطرات من مداد " أخطها على الورق، وبين ما تشير إليه من أشياء(٣). على أن ذلك لا يعنى انقطاع الصلة تماماً بين الكلمات والأشياء ، فالأولى تمثل الثانية ، كما أن إدراك الأشياء محكوم جزئياً بذخيرة الكلمات التى تكمن فيها الإدراكات(٤). ومن ثم فالصلة بينها تكمن فى المعنى أو التصور العقلى الذى يدخل وسيطاً بين الرمز أو النموذج اللغوى وبين ما يشير إليه أو ينمذجه .

١٢ – ومن شأن هذا التمييز للكلمات أن يضع حداً فاصلاً بين لغة الإنسان وما قد يُسمى لغة حيوانية . حقاً أننا نجد فى السلوك الحيوانى

= - محمود فهمى زيدان: فى فلسفة اللغة (دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٨٥) ص ص ١٤-٢١.

- محمد مهران : فلسفة برتراند رسل (ط ٣، دار المعارف ، القاهرة ١٩٨٦) ص ص ٢٧٨-٣١٤.

- محمد مهران: دراسات فى فلسفة اللغة (دار قباء للطباعة والنشر،القاهرة،١٩٩٨) ص ص ٤٣-٩٧.

(٣) زكى نجيب محمود : من زاوية فلسفية ، ص ص ١٠١- ١٠٢ .

(٤) والتر. ج. أونج : الشفاهية والكتابية (ترجمة حسن البنا عز الدين، مراجعة محمد عصفور، سلسلة عالم المعرفة ، الكويت، العدد ١٨٢، فبراير ١٩٩٤) ص ١٤٣.

أجهزة معقدة من الإشارات والعلامات، وقد نقول أن بعض الحيوانات وبخاصة الأليفة الأهلية منها ذات قابلية فائقة للإشارات[٥]، لكن إشارات الحيوان ورموز الإنسان ينتميان إلى عالمين مختلفين من عوالم الخطاب، فالأولى جزء من عالم الوجود المادى، أما الثانية فهى جزء من عالم المعنى الإنسانى[٦]، ولا يبعث الحيوية فى الإشارات المادية ويجعلها "تنطق" إلا وظيفتها الرمزية العامة . ومن دون هذه القوة الباعثة للحيوية يبقى العالم الإنسانى أصم وأخرس، وبها يُصبح عالم الطفل الأصم الأخرس الأعمى ، أوسع وأغنى من عالم أكثر الحيوانات تطوراً[٧]. يقول " ديكارت " فى ذلك : " إنه ليس من الناس الأغبياء والبلداء، حتى دون استثناء البلهاء منهم، من لا يقدرون على تأليف كلمات مختلفة ، وأن يُركّبوا منها كلاماً به يجعلون أفكارهم مفهومة. وبالعكس فليس من حيوان آخر مهما كان كاملاً، ومهما نشأ نشأة سعيدة، يستطيع أن يفعل ذلك، وهذا لا ينشأ عن نقصٍ فى الأعضاء، لأن المرء يرى العقعق[*]والببغاء تستطيع أن تنطق مثلنا، أى نطقاً يشهد بأنها تعى ما تقول، فى حين أن الناس الذين وُلدوا صُماً وبُكماً، فحُرموا الأعضاء التى يستخدمها غيرهم للكلام مثل حرمان الحيوان أو أشد، اعتادوا أن يستنبطوا من تلقاء أنفسهم بعض إشارات يتفاهمون بها مع من يجدون فرصة لتعلم لُغتهم لأنهم يعيشون معهم، وهذا لا يشهد بأن للحيوانات عقلاً مطلقاً. فإننا نشهد أن معرفة

---

(٥) إرنست كاسيرر : مقال فى الإنسان، مدخل إلى فلسفة الحضارة الإنسانية (ترجمة إحسان عباس ، مراجعة محمد يوسف نجم، مؤسسة فرانكين المساهمة للطباعة والنشر، بيروت ، ١٩٦١) ص ص ٧٦-٧٧ .

(٦) نفس المرجع ، ص ٧٨ .

(٧) نفس المرجع ، ص ٨٤ .

(*) طائرٌ صَخّاب من الفصيلة الغُرابية .

الكلام لا تحتاج إلا إلى شئ من العقل جد قليل " (٨).

ليس من المفيد إذن أن نبحث فيما إذا كانت اللغة الإنسانية قد تطورت عن نُظم إرشادية أقدم وأبسط ، كما يفعل بعض علماء الأنثروبولوجيا ، فليس هناك فى المملكة الحيوانية ما يتقارب مع اللغة الإنسانية من حيث المرونة، والتعقيد، والدقة، والإنتاجية، والكمية المطلقة، حتى فى أشد المجتمعات العاقلة إنعزالاً وبدائية(٩). وبعبارة أخرى ، يمكننا القول أن أياً من الأنساق التى يستخدمها الحيوان فى تواصله، لا يسمح ببناء تعبيرات مختلفة ومتنوعة لا متناهية العدد كما يفعل الإنسان، وتلك هى السمة التى يُعدها الفلاسفة وعلماء اللغة سمةً مميزة للغة الإنسانية(١٠).

١٣ – وقبل أن نمضى إلى أبعد من ذلك تنبغى التفرقة بين اللغة الإنسانية كأصوات منطوقة ، وبينها هى ذاتها كأشكال مكتوبة. ذلك أن هذه الأخيرة تعبيرُ لا يمكن قبوله إلا على سبيل المجاز، فاللغة–علمياً– ذات طبيعة صوتية . أما ما هو مكتوب منها فلا ينتمى إلى اللغة الطبيعية، إنما الأمر عبارة عن رموز بصرية (ناقصة وملبسة فى كثير من الأحوال) للرموز الصوتية . وليس أدل على ذلك من أن عدد اللغات فى العالم– بخلاف اللهجات– يقدر بما بين أربعة وخمسة آلاف لغة، لكن عدد

---

(٨) رينيه ديكارت : مقال عن المنهج (ترجمة محمود محمد الخضيرى، مراجعة وتقديم محمد مصطفى حلمى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ط٣، ١٩٨٥) ص ٢٦١ .

(٩) لوريتو تود : مدخل إلى علم اللغة (ترجمة مصطفى التونى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، ١٩٩٤) ص ص ٨–١٠.

(10) Martinich , A. P. (ed) : The philosophy of Language, third edition, Oxford university press Oxford & N.Y, 1996, General introduction. P. 3.

أنظمة الكتابة يعُد على أصابع اليدين[11].

وعلى الرغم من أن التمثيل البصرى للكلمة يُطلق إمكانات هائلـــة للكلمة من عقالها، ويتجاوز بها نطاقى الزمان والمكان، إلا أن هذا التمثيل ليس كلمة حقيقية، بل " نظام نمذجة ثانوى" . ذلك أن الفكر يكمـــن فـــى الكلام، وليس فى النصوص التى تأخذ معانيها جميعاً من إشـــارة الرمـــز البصرى إلى عالم الصوت. وما يراه القارئ على هـــذه الصفحـــة ليـــس كلمات حقيقية بل رموزاً يستطيع عن طريقها كائن بشرى، أُحسن تزويـــده بالمعلومات، أن يستثير فى وعيه كلمات حقيقية، فى صـــوت حقيقـــى أو متخيل. فمن المحال لنصٍ مكتوب أن يكون أكثر من علامات على ســطح إلا إذا استخدمه كائن بشرى يُدرك أن هذه العلامات تدل علـــى كلمـــات منطوقة، سواء أُنطقت حقاً أم فى الخيال، بشكل مباشر أو غير مباشر[12].

وليست هذه التفرقة بين الكلمة المنطوقة والمكتوبة بجديـــدة علـــى البحث اللغوى، وإنما ترجع إلى " أرسطو" الذى وصف اللغة بقوله : " إن الكلام تمثيل للخبرات العقلية، أما الكتابة فتمثيل للكلام" [13]. وبهذه العبارة الموجزة ميز " أرسطو" بين نموذج لغوى أصلى ، يتسم ببنيته الصوتيـــة، وبين آخر ثانوى، يتسم ببنيته الخطية، ولا قيمة للثانى دون الأول: حتـــى ولو استغرقتنا الكتابة واستوعبتنا فى كافة مواقفنا اللغوية. ومهما كان مـــن أمر الكتابة فى سلم التطور الحضارى للإنسان، فسوف تبقى اللغة دائمـــاً عدداً من النماذج الصوتية، تحمل فى طياتها فكراً لا شعورياً مختبئاً يُعـــبر عـــن النفس الإنسانية، ذلك الحاضر الغائب الذى يُمسك بعصا المايسترو

---

(١١) أحمد عوض : مقدمة الترجمة العربية لكتاب ر.هـ. روبنز : موجز تاريخ علم اللغة فى الغرب (سلسلة عالم المعرفة،الكويت،العدد ٢٢٧، نوفمبر ١٩٩٧)ص٩.

(١٢) والتر أونج : الشفاهية الكتابية ، ص ص ١٥٣- ١٥٤ .

(١٣) اقتبسه " روبنز " فى : موجز تاريخ علم اللغة ، ص ٤٧

ليدير أحداث السيمفونية(١٤).

١٤ – نعود إلى تعريف " بيرس" للغة بأنها علامات رمزية، تتسم بأن مدلولها اتفاقى (ف١١) ، إذ تعكس هذه السمة وجهة نظره فى أصل اللغة، باعتبارها نتاج العُرف والمواضعة convention الإنسانية . وهنا نجد أنفسنا أمام خلافٍ قديم– يرجع إلى الفكر اليونانى– انقسم إزائه الباحثون فريقين(١٥):

أ – فريق تزعمه " أفلاطون " متأثراً بالمدرسة الأيونية مقرراً أن اللغة توفيق وإلهام إلهى، وأن اللغة فطرة إنسانية لا تحكمها القوانين التى تخضع لها الظواهر والأشياء.

ب – فريق آخر على رأسه " أرسطو" رأى أن اللغة تواضع واصطلاح، أى أنها نتيجة للاتفاق الذى ينتج من احتياج الجماعة الكلامية.

ولقد وجد الفريق الأول دعماً من بعض النصوص الدينية المُنزّلة، التى أكدت على أن اللغة بُعدُ من أبعاد الخلق الإلهى للإنسان، علّمه الله إياها، وزوّده بالأعضاء اللازمة للنطق بها، فبها يتعبد،وبها يتواصل، وبها يستعمر الأرض ويُسمى أشيائها(*). على أن اختلاف اللغات بين الأمم،

---

(١٤) عبد الوهاب جعفر: الفلسفة واللغة (الفتح للطباعة والنشر، الإسكندرية، ١٩٩١) ص ٢٥ .

(١٥) زينب عفيفى شاكر : فلسفة اللغة عند الفارابى (دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧) ص ١٤٤ .

(*) من ذلك مثلاً ما ورد فى القرآن الكريم من آيات، كقوله تعالى " وعلم آدم الأسماء كلها ثم عرضهم على الملائكة فقال أنبئونى بأسماء هؤلاء إن كنتم صادقين" (سورة البقرة ، آية ٣١) ، وقوله " الرحمن ، علّم القرآن، خلق الإنسان، علّمه البيان " (سورة الرحمن ، الآيات ١، ٢، ٣ ، ٤ ،) وقوله " ألم نجعل له عينين ، ولسانا وشفتين" (سورة البلد ، الآيات٨،٩) . إلى غير ذلك من آيات فى الكتب السماوية المنزلة.

وتعدد اللهجات بين أصحاب اللغة الواحدة، واستحداث مصطلحات ورموز جديدة ، يتواضع عليها الباحثون فى مجالات المعرفة المختلفة بصفة دائمة، كل ذلك ألقى بظلاله على التفسيرات التى قُدمت لهذه النصوص الدينية ، لا سيما وأن هنالك من النصوص أيضا ما يدعم القول بالنشأة العُرفية للغة(*).

أما الفريق الثانى، فقد اتخذ من الوقائع السابقة سنداً لوجهة نظره القائلة بأن اللغة نتاج العُرف والاتفاق، وإلا لتحدث الناس جميعاً لغة واحدة، ولما اختلفت معانى الكلمات من عصرٍ إلى عصر، ومن موقف حياتى إلى آخر .

لكن هذا الرأى يصعب أيضا قبوله بسهولة ،لأن اتفاق الناس – ولو ضمنياً–على أسماء أو علامات صوتية معينة لتدل عشوائياً على مدلولات مختلفة، إنما يعنى جهلهم المسبق باللغة ، وليس من الممكن أن نفترض– فيما يشير " رسل " – أن يجتمع أناسٌ تنقصهم اللغة ليتناقشوا ويقرروا تسمية الأشياء بما يتفقون عليه من أسماء ، بل لابد وأن تكون لديهم بالفعل لغة يديرون بها هذا النشاط(١٦).

وعلى أية حال، يبدو أن النقاش حول أصل اللغة لم يوضع فى موضعه الصحيح، فليس لدى علماء اللغة والأنثروبولجيا من الشواهد ما يدعم القول بنشأة معينة للغة ، وما فى حوزتهم من تسجيلات تاريخية تتعلق باستخدام اللغة ، لا يرقى زمنياً لأن يكون بينة واضحة يُعتد بها فى

(*) كقوله تعالى " وما أرسلنا من رسول إلا بلسان قومه ليُبين لهم.. " (سورة إبراهيم، آية ٤) ، وقوله أيضا " ومن آياته خلق السموات والأرض واختلاف ألسنتكم وألوانكم إن فى ذلك لآيات للعالمين " (سورة الروم ، آية ٢٢) .

(16) Russell, B. : The analysis of mind , George Allen , Unwin , London, 1921, P. 190 . Also Alston : Philosophy of Language , OP. Cit, P. 57.

ذلك، حتى لقد ذهب بعضهم إلى أن أبسط إجابة عن السؤال الخاص بكيفية نشأة اللغة هى أننا لا نعرف كيف نشأت اللغة، وليس من المُرجّح أننا سنعرف ذلك فى يوم من الأيام(١٧).

ولا نغفل فى هذا الصدد عن رأى عالم اللغة العربى " أبى الفتح عثمان بن جنى " (ت ٣٩٢ هـ) ، الذى ذهب فى كتابه " الخصائص" إلى أن الله أقدر آدم- ومن ثم الإنسان بصفة عامة- على أن يتواضع على الأسماء، بحيث تشمل هذه الأخيرة كل أنماط الكلام ومفرداته(١٨) ، فلقد مهد " ابن جنى" الطريق بهذا الرأى أمام البحث فى طبيعة اللغة وخصائصها – لا فى نشأتها- بوصفها " مقدرة عامة لكل إنسان طبيعى" ، وهو ما أفاض فى تبيانه عالم اللغة الأمريكي المعاصر " نُوعم تشومسكى" Noam Chomsky (١٩٢٨-) من خلال نظريته فى النحو التحويلى Transformational grammar(*).

---

(١٧) لوريتو تود : مدخل إلى علم اللغة ، ص ١٢٢.

Also Alston : Ibid .

(١٨) ابن جنى : الخصائص (تحقيق محمد على النجار، دار الكتب المصرية، القاهرة، ١٩٥٢) ص ١٤ . نقلا عن د. زينب عفيفى شاكر : فلسفة اللغة عند الفارابي ، ص ١٤٦ .

(*) يميز " نُوعم تشومسكى " فى دراسته للغة بين جانبين هامين، الأول هو الأداء اللغوى الفعلى actual linguistic performance ، أى الاستخدام الفعلى للغة فى سياقات محددة ، أو البنية السطحية surface structure للكلام الإنسانى. أما الثانى فهو القدرة التحتية للغة underlying competence ، وهى عنده مستودع المعرفة اللغوية أو البنية العميقة للكلام deep structure. ويرى " تشومسكى" أن تلك القدرة التى يملكها كل فرد من أفراد مجتمع معين، تمكنه – فى المناسبات المختلفة- من توليد Generate جمل نحوية جديدة ومقبولة لم يسمعها من قبل. ويرى أيضا أن أهم مقومات هذه القدرة هى معرفة الفرد بالقواعد الصرفية والنحوية التى تربط المفردات بعضها ببعض فى الجملة، بالإضافة إلى معرفة مجموعة أخرى من القواعد أطلق عليها اسم القواعد التحويلية.ومن الواضح =

١٥ - والآن، ماذا عن النموذج اللغوى العلمى:هل يخضع لما يخضع له النموذج اللغوى العادى من نقاش وخلاف حول الأصل والنشأة ؟.

لا شك أن الإجابة بالنفى ، فإذا كان العُرف أو الاتفاق موضع شك فيما يتعلق بنشأة اللغة العادية، إلا أنه يؤدى دوراً كبيراً فى صياغة المصطلحات العلمية وتحديد معانيها بدقة وموضوعية . يؤكد ذلك ما نراه من مؤتمرات درج العلماء على تنظيمها بصفة دورية لتبنى مصطلحات فنية جديدة، أو تثبيت معانى مصطلحات أخرى قديمة، أو تغييرها وفقاً لمنظور علمى جديد. وإذا كانت اللغة العادية تخضع لغريزة تصنيف فطرية لدى الإنسان، إلا أن هذه الغريزة ليس لها نظام تصنيفى محدد، ولا تستطيع أن تؤدى إلى وضع تنظيمي تفريعى تقسيمى صحيح كما نجد فى العلم، بحيث يكون لكل مصطلح " منطقة معنى " خاصة ذات بؤرة واحدة[١٩]. وهكذا فما يجرى فى اللغة العادية لا شعورياً ، يجرى فى العملية العلمية عمداً وعلى منهج مرسوم[٢٠]. ومن هنا كان تعدد لغات

=تأثر " تشومسكى" بفلسفة " ديكارت " والمدرسة العقلانية التى ذهبت إلى أن تركيباتنا اللغوية ليست بأكملها مكتسبة ، وإنما يعود بعضها إلى تصورات أولية فى العقل الإنسانى .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

Chomsky , N. : Language and problem of knowledge , in Martinich (ed) : The philosophy of language , OP. Cit, PP. 558-576.

وأيضا :

- محمود فهمى زيدان : فى فلسفة اللغة ، ص ص ١٤١ -١٤٧
- جون ليونز : نظرية تشومسكى اللغوية (ترجمة حلمى خليل ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٨٥) .

(١٩) إرنست كاسيرر : مقال فى الإنسان ، ص ٣٥٥ .

(٢٠) نفس المرجع ، ص ٣٥٢.

العلم الخاصة أو المصطنعة، ما بين لغة للرياضيات، وأخرى للفيزياء، وثالثة للكيمياء، ورابعة للمنطق الرمزى،.. الخ، بل لقد تعددت اللغات الخاصة داخل مجال التخصص العلمي الواحد، بحيث أصبحنا نجد مثلاً لغة للفيزياء الكلاسيكية، وأخرى للنسبية الخاصة والعامة،وثالثة لميكانيكا الكم. وليس ذلك مظهراً من مظاهر التزين فى العلم، وإنما هو من العناصر الضرورية .

يقول " جيمس جينز " فى ذلك : " لقد أنشأ العلم لغة خاصة به، قد يحلو لبعضهم أن يسميها رطانة، وبرغم أنها قد تكون أحياناً بعيدة عن الجمال، إلا أن مميزاتها تجعلها أجدر بالصحة ، وعلى العموم فمصطلحاتها محددة واضحة بعيدة عن الإبهام بحيث تحمل كل كلمة نفس المعنى لكل العلماء، وهذا المعنى مضبوط بدقة، فإذا قرأ أحد الفيزيائيين جملة لنيوتن أو آينشتين فربما يفهم معنى الجملة أو لا يفهمه، ولكنه لن يشك فى معانى الكلمات. ومع تقدم العلم ، فإن الإضافات الجديدة للمعرفة تلحق بمصطلحاته، والنتيجة أنه يكتسب على الدوام ثراءً ودقة ..."[٢١].

ويضرب " جينز " مثالاً لذلك بمصطلحات فيزيائية مثل " الحركة " Motion و " السرعة " Velocity، و " التزامن " simultaneity ، و"فاصل من الزمن " interval of time، حيث أدت المعرفة الجديدة التى أدخلتها نظرية النسبية إلى تعديل استخدامنا لهذه المصطلحات[٢٢].

ورغم ما تمثله اللغة الخاصة للعلم من دقة وموضوعية يرتفعا بها عن الطابع القومى للغات الإنسانية، إلا أنها تقف عند حدود الجماعة العلمية، فإذا أراد العلماء شرح تصوراتهم الفنية وتوضيحها بطريقة

---

(٢١) جيمس جينز : الفيزياء والفلسفة ، ص ١١٦ .

(٢٢) نفس الموضع.

مفهومة، فلا مندوحة من العودة إلى اللغة العادية، فكأن هذه الأخيرة هـى الرحم الذى تنشأ فيه اللغات الخاصة فيرعاها وينميها ولا تنقطـع صلتـه بها.

١٦ – من جهة أخرى يتسم النموذج اللغوى العلمى بقوة تشـغيلية، تنبع من ارتباط المصطلح العلمى- كتصور عقلى- بتصـورات أخـرى تشترك معه فى علاقة تمثل شيئا فى عالم الواقع. فإذا قال " آينشتين" مثلا أن " الطاقة تساوى الكتلة مضروبة فى مربع سرعة الضوء" ، فقد نطـق بعبارة أو قضية أو قانون له مردود علمى، يتمثل فى القدرة- عند توافـر شروط معينة- على استنفار كميات هائلة من الطاقة القابعة فى كـل ذرة مادية. وإذا استخدم أحد العلماء كلمات مثل انعكاس الضوء أو انكسـاره، فقد عرف ماذا عساه أن يفعل إزاء الشئ المتصف بالانعكاس والانكسـار. فالكلمة هنا أو العبارة هى بمثابة إرشاد لما يمكن عمله فى زمن معيـن، وفى ظروف تجريبية محددة . ومن هنا كانت خاصية القدرة على التنبـؤ للنموذج العلمى (ف ٨-٢) ، فلولا هذه القوة التشغيلية للغة لمـا أمكـن للنموذج العلمى أن تكون له هذه الخاصية.

وربما يقترب من هذا الوصف للنموذج اللغوى العلمى ما ذهب إليه البرجماتيون منذ أواخر القرن التاسع عشر فى تحليلهم للمعنى، فلقد كـان مبدؤهم – كما صاغه " تشارلز بيرس" – أن كل تصورنا لشئ ما يتـألف من تصورنا لآثاره العملية ، أو أن معنى الكلمة أو العبارة هـو دلالتـها السلوكية فإذا قلنا مثلا " إن تيارا كهربائيا يمر فى سلك " ، فلسنا نشـير بذلك إلى موجة غير مرئية ، وإنما نلخص مجموعة من الوقائع ، كتحرك آلة، أو رنين جرس، أو شحن بطارية .. الخ ، فالكهرباء هى ما تفعلـه. ولا يعنى حديثنا عن الجاذبية وجودا حقيقيا لكائنات غامضة تسمى القوى،

وإنما الإشارة فقط إلى وقائع مثل سقوط الأجسام، أو جزر البحر ومـــده، ونحو ذلك. ومن ثم فلا معنى للكلمات أو التصورات التى ليست لها آثـــار عملية ملحوظة(٢٣).

وقريبٌ من ذلك أيضاً ما ذهب إليه الوضعيون المناطقـــة مـــن أن معنى قضية ما هو إمكان تحقيقها تجريبيـــاً verifiability (*)، أو مـــا ذهب إليه " فتجنشتين " المتأخر من أن معنى كلمـــة مـــا هـــو طريقـــة استخدامها(**).

---

(٢٣) إير : المسائل الرئيسية فى الفلسفة (ترجمة محمود فـــهمى زيـــدان، المجلـــس الأعلى للثقافة ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القـــاهرة، ١٩٨٨) ص ص ٤٧- ٤٨ .

(*) الوضعيون المناطقة logical positivists جماعة من الفلاسفة والمناطقة وعلمـاء الطبيعة والرياضيات، تزعمهم الفيلسوف الألمانى " مورتز شـــليك" M. Chlick (١٨٨٢-١٩٣٦) الذى أسس عام ١٩٢٢ ما يُسمى " دائرة فيينا" Vienna Circle. ويرمى اتجاه الدائرة إلى رفض الميتافيزيقا والاهتمام بمنطق الرياضيات والعلـم، وحصر وظيفة الفلسفة فى التحليل المنطقى لقضايا العلوم التجريبية . والصياغـــة المذكورة أعلاه هى الشكل الأول لنظريتهم فى المعنى، وتُعـــرف باســـم " مبـــدأ إمكان التحقيق بالمعنى القوى" ، إذ يتحدد بها معنى القضية بالخبرات التى تحقـق صدقها أو كذبها، وذلك بأن تكون هذه القضية موضع تحقيق تجريبى مباشـــر، أو نستنبط منها ما يلزم عنها من قضايا تخضع للتحقيق التجريبى المباشر. لكن تبين لأفراد الجماعة أن هذه الصياغة لا تصمد أمام النقد، فجاءت بعدهـــا صياغتـــهم لمبدأ إمكان التحقيق بالمعنى الضعيف، ويعنى أنه لا يمكن تحقيق قضية ما تحقيقاً تاماً محدداً، وإنما يمكن فقط تدعيمها، فاستبدلوا التدعيم confirmation بالتحقيق أى يكفى لتحديد معنى قضية ما أن يكون من الممكن أن ترتبط بمجموعة قضايـــا أخرى تؤيدها وتدعمها بدرجة ما .

أنظر : محمود فهمى زيدان : فى فلسفة اللغة ، ص ص ١٢١ وما بعدها .

Also Alston : Philosophy of language, PP. 69 FF.

(**) من المعروف أن " فتجنشتين " L. Wittgenstion (١٨٨٩-١٩٥١) قد تحمـــس فى الطور الأول من حياته الفكرية لمشروع إقامة لغة مثالية خاصة بالفلســـفة،=

لكن هذا الموقف يلقى صعوبات فيما يتعلق ببنية النظريات العلميـة، ذلك أنه يتجاهل الدور التفسيرى الذى تؤديـــه النمــاذج الصوريـــة ذات الصبغة الميتافيزيقية ، وهو ما حدا بالفيلسوف الإنجليزى المعاصر "ألفريد جيلز إير " A.J.Ayer(١٩١٠-١٩٨٧) إلى التمييز بين معنى نظريــــة ما- أو بعبارة أدق معنى الجمل التى تصاغ فيها النظرية- وبين محتواهـا التجريبى. فالأول يؤدى القيمة التفسيرية للنظرية (ف ٨-١) ، وذلك بمــا يشير إليه من حالات ممكنة أو محتملة، وما يحويه من حدود قد لا ترتبط مباشرة بأى شئ ملاحظ، أما الثانى فيدعم القول بصدق النظرية أو كذبها، ومن ثم تقرير صحتها أو العمل على تطويرها أو تجاوزها[٢٤].

وقياساً على ذلك فإن ما نعنيه بالقوة التشـــغيلية للنمـــوذج اللغـــوى العلمى هو قدرته على إنجاز شئ فى عالم الواقع، بحيث يـــترتب علـــى النطق به مردود عملى معين، سواء أكان هذا المردود عاجلاً أو مؤجلاً ، مؤيداً للنموذج أو داحضاً له. وشتان ما بين المعنى والإنجاز، فـــالمعنى كامن فى القوة التفسيرية للنموذج، ذلك المطلب الملح للعلم، أما الإنجـــاز فوقف على الظروف التجريبية المتاحة حال النطق بالنموذج.

أخيراً يمكننا مقارنة هذه السمة التشغيلية للغـــة العلـــم بمـــا ذكـــره الفيلسوف الإنجليزى " جون أوستن " j. L. Austin (١٩١١-١٩٦٠)

=تتجاوز عيوب ونقائص اللغة العادية ، فتبنى مـــع " رســـل " نظريـــة الذريـــة المنطقية logical Atomism ، لكنه عدّل من مواقفـــه الفلســـفية فـــى الثلاثينـــات والأربعينات من القرن العشرين، معتبراً اللغة العاديـــة ملائمـــة تمامـــاً للعمـــل الفلسفى، ومتبنياً نظريته الشهيرة فى المعنى، والقائلة بأن معنى كلمـــة مـــا هـــو طريقة استخدامها، فكان بذلك رائداً لما يُسمى فلسفة اللغة العادية.

أنظر: محمود فهمى زيدان: المرجع السابق، فى مواضع متفرقة .

(٢٤) إير : المسائل الرئيسية فى الفلسفة ، ص ص ٤٨-٥١.

فى نظريته عن " أفعال الكلام " Speech acts، إذ يميز بين ثلاثة أنمـــاط من هذه الأفعال : الأفعال التعبيرية Locutionary acts، بمعنـــى إنتـــاج بنية من الكلمات ذات المعنى ، والأفعال الأدائية illocutionary acts ، وهى أفعال ينجم عنها إنجاز فعل ما فى عالم الواقع، مثل الوعد والرهــان والقَسَمْ . ثم الأفعال المؤثرة Perlocutionary acts ، وهى تلك التى تُنتج فى السامع تأثيرات مقصودة، مثل الفزع، والإقناع، والإقـــــدام. ويُطلــق "أوستن" على هذه الأنماط الثلاث للأفعال الكلاميـــة اســـم " المنطوقـــات الإنجازية" Performative Utterances [٢٥]. وربمـــا يشـــمل النمـــوذج اللغوى- العلمى أو غير العلمى- هذه الأنماط الثلاث مجتمعة، من حيـــث كونه بنية تعبيرية دالة من الكلمات ، ينجم عنها من جهة إنجاز فعل ما فى الواقع، ومن جهة أخرى إثارة للسامع من حيث جدتها ومحتواها . ولـــن ندخل فى تفاصيل هذه النظرية التى أسهب علماء وفلاسفة اللغة فى نقدهـا وتطويرها[٢٦]، يكفى أن نقول أن الفعل الكلامى محكوم فى النهاية بعوامل متعددة ، لعل أهمها الموقف العقلى والســـيكولوجى لكـــل مـــن المتكلـــم والسامع، فضلاً عن الحصيلة اللغوية لكل منهما، وهو ما يجعـــل تنميـــط الفعل الكلامى أمراً بالغ الصعوبة.

---

(25) Martinich (ed) : The Philosophy of Language , PP. 117-118 (introduction to section II).

(26) See, For example , (in the same Martinich's book) .

- Austin , J. L. : Performative Utterances (1961) , PP. 120-129.
- Searle, J. R. : What is speech acts (1975) & A Taxonomy of illocutionary acts (1979) & indirect speech act (1975), PP. 130-155, PP. 168-182.
- Grice, H.P. : Logic and conversation (1975) , PP. 156-167.

الفصل الخامس

النموذج المنطقى

١٧ – إذا كنا قد بدأنا هذا الفصل بالحديث عن اللغة، فما ذلك إلا لأنها من أهم الوسائل الرمزية وأشدها فعالية فى التعبير عن النموذج ونقله إلى الآخرين. أو بعبارة أخرى، هى عملية نمذجة لازمة وأساسية للفكر، تخرج به على نحو مباشر من فردانية الذات المفكرة إلى مجتمعية العلم والمعرفة .

ولكن ، هل يعنى ذلك سبق البناء المنطقى للنموذج على الصياغة اللغوية له ؟ . لعل أفضل إجابة عن هذا السؤال هى تلك التى أوحى بها "نُوعم تشومسكى " بتفرقته بين المقدرة الفطرية الداخلية والأداء الفعلى الخارجى للغة (ف ١٤) ، إذ يمكن القول – وفقا لهذه التفرقة- أن البناء العقلى المنطقى للنموذج يسبق صياغته لغوياً إذا نظرنا إلى اللغة بوصفها أداءً صوتياً أو كتابياً له، لكنه من جهة أخرى يواكب- أو يتزامن مع- الصياغة اللغوية بوصفها مقدرة فطرية لدى الإنسان. حقا أننا نجد خلافاً بين الفلاسفة وعلماء النفس واللغة بشأن السبق الزمنى لأى منهما على الآخر، لكن الشئ المؤكد – مادمنا نتحدث عن النموذج العلمى- أننا نفكر بالكلمات، تلك التى تعمل بداخلنا كأداة للفكر، فتأتى صياغة النموذج فى صورة حدود وقضايا مترابطة نسقياً، يؤدى السابق منها إلى اللاحق على نحو يشهد بتجسد الفكر فى الكلمات، وإيحاء الكلمات للفكر(*).

(*) كانت هذه القضية موضع اهتمام العديد من علماء النفس المعاصرين، أمثال "وورف" Whorf، و" جان بياجيه " j. Piaget ، و" فيجوتسكى"Vygitsky. ويذهب الأخير فى كتابه " التفكير واللغة " (١٩٣٤) إلى أن الفكر واللغة يبدآن كلونين =

ويعنى ذلك أن الحديث عن المنطق مع تجاهل اللغة أمـــر يعـــوزه التناغم إلى حد بعيد، ذلك أن اصطلاحات النشاط اللغوى هـــى الوســـيط الأساسى لكافة أنواع التفكير، وهو ما سوف نلحظه بوضوح فـى الوجـــه الثانى للنموذج العلمى، أعنى كونه نموذجاً منطقياً.

١٨ – ويمكن بداية تعريف النموذج المنطقى بأنه " تلك المجموعـــة من الكيانات الصورية التى نفترضها عقلياً كتفسير مشـــبع satisfactory لكل الحدود والبديهات والمبرهنات الواردة فى نسق علمى مـــا، بحيـــث تفصح قضايا النسق عن هذه الكيانات من خلال العلاقـــات الاســـتنباطية القائمة بينها "[٢٧].

=من الأنشطة المنفصلة والمستقلة ، ففى كل طفل حديث الولادة – كما هو الحال فى الحيوانات– يستمر التفكير دون استخدام اللغة، ويتجسد ذلك فـــى محـــاولات الطفل خلال الأشهر الأولى حل مسائل معينة، مثل لمس الأشياء وفتح الأبـــواب، وما إلى ذلك. وبنفس الدرجة يمكننا اعتبار الأصوات غـــير المترابطـــة التـــى يصدرها الطفل كلاما بدون تفكير، يسعى به لإشباع غايات اجتماعية مثل جـــذب الانتباه وإرضاء الكبار. واللحظة الحاسمة طبقا لرؤية "فيجوتسكى" تتم فى نحـــو الثانية من العمر، عندما يحدث للمنحنى المستقل للفكر فيما قبل مرحلة اللغـــة ، والمنحنى المستقل للغة فيما قبل مرحلة العمليات العقلية، أن يلتقيا ويلتحما ليعلنـــا بدء نوع جديد من السلوك ، عند هذه النقطة" يصبح الفكر لفظياً، والكلام عقلانياً". ويعتقد " فيجوتسكى" أنه خلال السنوات القليلة التالية لذلك، وإلى نحو السابعة من عمر الطفل، تقوم اللغة بكل من الوظيفة " الداخليـــة" لمتابعـــة وتوجيـــه الفكـــر الداخلى، وكذلك الوظيفة " الخارجية" الخاصة بتوصيل نتائج التفكير إلى الآخرين ومع ذلك يفرق " فيجوتسكى" بين الكلام الداخلي والكلام الخارجى، فالأول غـــير كامل، ويشوبه الحذف غير العادى، ويشير فقط إلى ما نحتاجـــه للتعبـــير عـــن أفكارنا لأنفسنا، ويمكن استخدامه ليس فقط لمتابعة التفكير المنطقى، بـــل أيضـــا لتجسيد أفكارنا الاسترسالية أو النابعة من البديهة ، على أساس كونها " ديناميكية، متناوبة، غير ثابتة، تصفق بجناحيها بين الكلمة والفكر" .

انظر : جوريث جرين : التفكير واللغة (ترجمة وتقديم عبد الرحيـــم جـــبر، الهيئـــة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٢) ص ص ١٤ وما بعدها.

(27) Hesse , Models and Analogy in science , P. 354.

وبهذا المعنى يمكننا اعتبار النسق الميكـــانيكى لفيزيـــاء " نيوتـــن" نموذجا علميا منطقيا، يفصح عن مجموعة من الكيانات هى النقاط الكتليـة Mass-points، فى حين تصبح هذه الكيانات فى النسق الميكـــانيكى لــــ "ماكسويل " إبان القرن التاسع عشر ، هى المجـــالات الكهرومغناطيســية Electromagnetic fields التى يحملها " الأثير " ، أما فى نسق النســـبية لـــ " آينشتين " فهى تلك السلسلة المتصلة من الحوادث الزمكانية -Spatio Temporal events ، وهكذا (*).

ولو رجعنا إلى الخاصية الديناميكية للنمـــوذج العلمـــى(ف ٨-٣) لأدركنا مدى صورية تلك الكيانات المفترضة ، فليس شرطاً أن تطـــابق الواقع، بل هى فحسب ممكنة منطقياً، يتوقف قبولها- كنماذج عاملة- على الدور التفسيرى الذى تؤديه فى مرحلة معينة من مراحل التطور العلمـــى (ف٨-١) . ولن يتضح هذا المعنى للنموذج المنطقى إلا بتفصيل فكـــرة النسق الاستنباطى فى الرياضيات والمنطق ، وبصفة خاصة فـــى مجـــال الهندسة.

١٩ - لقد جرت العادة - منذ أن وضع " أرسطو" أســس وقواعـــد المنطق- على حصر الاستدلال المنطقى logic inference فى نمطيـــن مميزين : الاستقراء induction، والاستنباط deduction، وعلى حيـــن يعنى الاستقراء بدراسة كل استدلال ننتقل فيه من وقائع جزئية معينة إلـــى قانون كلى عام يجمعها، بحيث يتسنى لنا اعتماداً على هذا القانون التنبـــؤ بحدوث وقائع مشابهة عند توافر ظروف مماثلة، يهتم الاستنباط بدراســـة حركة الفكر أثناء انتقاله من مقدمات إلى نتيجة لازمة عنها، أو بدراســـة

(*) لمزيد من التفاصيل عن هذه الأنساق، انظر الفصل الثالث من كتابنـــا: الاتصـــال واللاتناهى بين العلم والفلسفة، سبق ذكره.

استنتاج قضية من قضية أو من مجموعة قضايا أخرى معروفة، وذلـــك بطريقة عقلية دون الالتجاء إلى التجربة الحســـية أو المقارنـــة بـــالواقع الخارجى(٢٨).

بعبارة أخرى ، نستطيع تعريف " الاستنباط " بأنه عمليـــة عقليـــة مجردة، نقوم خلالها بالتأليف Combination بين عـــدد مـــن القضايـــا Propositions ، بحيث يؤدى تآلفها إلى نتيجـــة جديـــدة لازمـــة عنـــها بالضرورة(٢٩). وليس التأليف هنا جزافيا، وإنما نسترشد فيه بمجموعة من العلاقات تمثل خيطاً فكرياً يربط بين القضايا فى صورة " نسق" system. وأبسط تعريف للنسق أنه " كل " ينطوى على أجزاء مترابطـــة بعلاقـــة اعتماد متبادلة mutual dependence . فكونه " نسقا " يعنى أن " الكـل " يعتمد على ترتيب أجزائه، وهذه الأخيرة بترتيبها تعتمـــد علـــى بعضـــها البعض، تماما كالحائط المبنى من عدد من الأحجار المتراصة فى نظـــام، أو كالآلة المكونة من أجزاء متناسقة لكل منها موضعه المحدد، أو كجســـم الكائن الحى المؤلف من أعضاء مترابطة، وهكذا(٣٠). وكونه "اســـتنباطياً" يعنى أن النسق يمثـــل فـــى مجملـــه عائلـــة مـــن العلاقـــات الســـلالية genealogical، بمعنى إمكان رد القضايا المتسلسلة بعضها إلى بعـــض وصولاً إلى الحدود والقضايا الأولى فى النسق(٣١). وتلك سمة رياضيـــة منطقية أفادت منها العلوم المختلفة فى تطورها، فكلما ابتكـــرت العلـــوم

---

(٢٨) محمد محمد قاسم: نظريات المنطق الرمزى ، ص ٢٥.
وأيضا: عزمى إسلام : الاستدلال الصورى(مطبوعات جامعة الكويـــت، الكويـــت، ١٩٧٢) جـ ١ ، ص ١١.

(29) Mellone , S.H. : Elements of modern logic , University Totorial Press LTD., London , 1970, P. 104.

(30) Ibid, P. 105.

(31) Ibid , P. 173.

النوعية أنساقاً خاصة بها دل ذلك على ما قطعته من تقدم فـــى مســـيرتها نحو هذا المنهج المثالى(٣٢).

وكان " أرسطو " هو أول من تناول بالبحث طبيعة اليقين الذى تتسم به قضايا الرياضيات وصلته بالمنطق الصورى، فبيـــن – فـــى كتابـــه " التحليلات الثانية" – أن هذا اليقين إنما يرجع إلى كون الرياضيات علمـــاً برهانياً Demonstrative scienceأو استنباطاً Deductive يقوم علـــى التسليم مقدماً بعدد قليل من الأسس أو المبادئ، نُبرهن بـــها ولا نُـــبرهن عليها، أو فلنقل أنها مبادئ غير قابلة للبرهان في إطار العلم الذى تســتند إليه، وإن كانت تُبرهَّن فى علم أعلى كالميتافيزيقا التى هى علم المبـــادئ الأولى للوجود ومنها بالطبع مبادئ الرياضيات(٣٣).

ومع أن " أرسطو" لم يضع منطقه فى صورة نسق استنباطى– ممـــا أخل بصوريته الكاملة– إلا أن تفصيله لعناصر هذا النسق وتبيانه لأهميته كان إرهاصاً بظهور أول نسق استنباطى عرفته الإنسانية، وهو ذلك الذى أقامه " إقليدس " Euclid فـــى مجـــال الهندســـة (حوالـــى ٣٠٠ ق.م) وانطوى عليه كتابه " العناصر" Elements.ومن خلاله نقف على معـــالم ومكونات النسق الاستنباطى فى صورته المثالية .

٢٠ – ينطلق" إقليدس " فى نسقه الهندسى من عدد من المقدمات أو المبادئ الأولية تبدأ منها البرهنة على كل القضايا القابلة للبرهـــان فـــى النسق. هذه المقدمات هى(٣٤):

---

(٣٢) محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمزى ، ص ٣١ .
(٣٣) محمد ثابت الفندى: فلسفة الرياضة (دار المعرفـــة الجامعيـــة، الإســـكندرية، ١٩٩٠) ص ص ٤٣-٤٤ .
(٣٤) انظر :
- محمد ثابت الفندى : المرجع السابق، ص ص ٤٦– ٤٨ .=

أ – التعريفات Definitions ، وهى عبارات تشرح معانى الألفاظ أو الحدود الأساسية المستخدمة فى النسق ، ولا نقول عنها صادقة أو كاذبة ، إنما أرادنا " إقليدس " أن نتفق على قبولها والبدء بها. وقد أعطى "إقليدس" ٢٣ تعريفا لحدود هندسية مختلفة مثل " النقطة " ، " الخط " ، " الزاوية " ، المثلث ، المربع... الخ ، ومنها على سبيل المثال :

- النقطة ما ليس له بعد .

- الخط طول لا عرض له .

- المستقيم هو الخط المشابه لنفسه .

وكما نلاحظ ، لم يضع " إقليدس " تعريفات لبعض الألفاظ المُعرّف بها، مثل " بعد" ، و " طول " ، و " عرض " وإنما نظر إليها كحدود أولية لا معرفة ، تمنع الرد اللامتناهى لتعريفاته .

ب – البديهات Axioms ، وهى قضايا أولية لا برهان عليها وواضحة بذاتها حتى لكأنما الإنسان يعرفها دائما إذا ذكرت أمامه، ولذا يسميها " إقليدس " أفكاراً عامة Common notions . كما أنها – عند أرسطو– لا غنى عنها لمن أراد أن يتعلم شيئا . وقد قبل " إقليدس " ٢٨ قضية من هذا النوع ، منها :

- الأشياء المساوية لشئ معين متساوية فيما بينها.

---

* – محمد محمد قاسم : المرجع السابق، ص ص ٣١–٣٣ ، ص ص ١٢٥–١٢٧.
- محمود فهمى زيدان : المنطق الرمزى – نشأته وتطوره (دار النهضة العربية، بيروت ، ١٩٧٣) ص ص ٢٢–٢٤ ، ص ص ٣٠–٣٢.
- صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهى ، ص ص ٨٤ وما بعدها.
- Van Frassen : An introduction to the Philosophy of time and Space , Columbia University Press, N.Y, 1985, PP 117 FF

- الكل أكبر من الجزء.

- الأشكال المتطابقة متساوية .

جـ – المصادرات Postulates ، وهى الشق الثانى من القضايا الأولية اللامبرهنة، وإن كانت أقل وضوحاً ، ولذا يعاند العقل فى قبولها ثم يصادر عليها متسامحاً حتى تتضح له فيما بعد . هذا فضلاً عن أنها تختلف من نسق إلى آخر، فى حين تتميز البديهات بعموميتها وقابليتها للتطبيق على أكثر من نسق علمى. وقد وضع إقليدس خمس مصادرات هى :

- يمكن مد خط مستقيم بين أى نقطتين .

- أى خط مستقيم متناه هو جزء من خط مستقيم لا متناه.

- يمكن رسم دائرة بأى مركز وبأى قطر .

- كل الزوايا القائمة متساوية .

- إذا قطع خط مستقيم خطين مستقيمين آخرين بحيث يكون مجموع الزاويتين الداخلتين من جهة واحدة من القاطع أقل من قائمتين، فإن هذين الخطين يلتقيان إذا امتدا من جهة هاتين الزاويتين . وتعرف هذه المصادرة بمصادرة التوازي The parallel .

ومن جملة المقدمات السابقة (التعريفات والبديهات والمصادرات) يشتق " إقليدس " مجموعة من القضايا المبرهنة أو " المبرهنات " theorems، ويتم البرهنة على صحتها باعتبارها مشتقة من الحدود أو القضايا الأولية، وذلك من خلال ثمانى خطوات تبدأ بذكر منطوق المبرهنة، ومرورا بالاستعانة بأشكال مرسومة، وافتراض صحة القضية...

وانتهاءً بإعلان النتيجة .

٢١ – ورغم ريادة النسق الإقليدى، وإتباعه للطريقة المثلى في استنباط القضايا وردها إلى بعضها البعض، إلا أن ما علق بقضاياه من اعتبارات مكانية جسدتها الأشكال المرسومة اللازمة للبرهان، كان مدعلة لإعادة النظر فى وضوح مصادراته ، لا سيما المصادرة الخامسة.

لقد اعتقد " إقليدس " أن المكان سطح مستو درجة الانحناء به صفر– وهذا افتراض مسبق تضمره مقدماته– وان المكان الهندسى صادق على المكان الفيزيائى(٣٥)، ومن ثم فإن قضايا النسق تطابق الواقع الخارجى وتعبر عنه تماما. ويعنى ذلك–وفقا لمصادرات " إقليدس " –أنه إذا انطبق شكلان فى موضع ما فمن الممكن أن ينطبقا فى أى موضع آخر، وأن أى خطين متوازيين فى المكان الفعلى لن يلتقيا مهما امتدا، وأن مجموع زوايا المثلث مساو بالضبط لقائمتين مهما كانت أطوال أضلاعه. وليس علينا سوى أن نحدس ذلك بخبرتنا، أو أن نطلق العنان لخيالنا تجاه امتداد الخطوط المستقيمة. ولكن إلى أى مدى تستطيع الخبرة أن تحتوى خطوطا ممتدة ؟ . لا شك أن التخيل الحدسى القائم على الخبرة لا يمكن أن يمتد إلى مسافات بعيدة، ناهيك عن تلك " اللامتناهية " التى يحدثنا عنها " إقليدس " (٣٦).

ولقد بُذلت – دفاعا عن " إقليدس " –محاولات متعددة لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة(*)، لعل أشهرها هى تلك التى قام بها

---

(٣٥) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٠٩– ١١٠.

(36) Van Fraaseen , Op. Cit, P. 119.

(*) من ذلك مثلا – قبل " ساكيرى " – محاولات كل من الرياضى والفلكى الإسكندرى " بطليموس" Ptolemaios فى القرن الثانى الميلادى ، والفيلسوف الأفلاطونى المحدث " بروكلس" Procleus فى القرن الخامس ، والرياضى=

القس الإيطالى " جيرو لامو ســـاكيرى" G. Saccheri (١٦٦٧-١٧٣٣) مستخدماً برهان الخلف ، بمعنى أن إثبات كذب نقيض المصادرة يتضمـن فى ذاته صدقها. وبغض النظر عن سلبية هذا البرهان الذى لا يعد إثباتـا مباشرا لصدق المصادرة ، إلا أنه أتاح فرصة التوسع فى اختبار الفروض المضادة لمصادرات " إقليدس " ، مما حفز الرياضيين مع بدايـة القـرن التاسع عشر إلى إقامة أنساق جديدة لا إقليدية ، تُستبدل فيها قضية أو أكثر بما يقابلها من قضايا النسق الإقليدى. وأول هذه الأنساق ظهوراً هو ذلـك الذى ارتبط باسم الريـاضى الروسـى " نيكـولاى لوباتشفسـكى" N. Lobachevsky (١٧٩٢-١٨٥٦) . وفيه ينطلق من افتراض مسبق بأن المكان سطح مقعر، درجة الانحناء به أقل من الصفر، وبالتـالى فـإن مجموع زوايا المثلث أقل من قائمتين. أما ثانى هذه الأنساق فقـد قدمـه الرياضى الألمانى " برنـارد ريمـان" B. Riemann (١٨٢٦-١٨٦٦) مفترضاً أن المكان سطح كروى، درجة الانحناء به أكبر مـن الصفـر، ومن ثم فالخط المستقيم لا يمكن أن يمتد إلى مالا نهاية، بل هو منته لأنـه دائرى، هذا فضلا عن أن مجموع زوايا المثلث يزيد على قائمتين(٣٧).

والنتيجة اللازمة عن اختلاف قضايا الأنسـاق السـابقة هـى أن المصادرة الخامسة مستقلة منطقيا عن باقى مصادرات " إقليدس " ، ممـا يعنى إمكانية استبدال مصادرة أو أكثر بأخرى من أى نسق، فنحصل بذلك على هندسات جديدة متتابعة القضايا دون أن نقع فى التناقض(٣٨). حقـا أن هذه الأنساق جميعا تفترض تصور " المكان " ، لكنه أصبح تصورا عقليـا

=العربى " نصير الدين الطوسى" فى القرن الثالث عشر. انظر : محمود فـهمى زيدان ، المرجع السابق، حاشية ص ١٠٨ .

(37) Ibid , P. 120.

(٣٨) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ص ٥٩ .

مجرداً لا علاقة له بما هو قائم بالفعل فى عالم الواقع. وبعبارة أخرى، لقد أصبح تصور " المكان " مجرد إمكان منطقى ، لا نزعم أنه يطابق الواقع، فذلك أمر خارج عن حدود الرياضيات البحتة فى ثوبها المنطقى الجديد. وقس على ذلك كافة أنساق العلم الاستنباطية .

٢٢ – ولا يعنى ذلك انتفاء معايير الحكم على الأنساق الاستنباطية، بل لقد أجمع الرياضيون بزعامة الرياضى والمنطقى الألمانى " مورتز باش" M. Pasch (١٨٤٣-١٩٣٠) مؤسس حركة الأكسيوماتيك الحديث(*) على أن ثمة شروط ينبغى توافرها فى أى نسق استنباطى ، وهى (٣٩):

أ – أن نضع منذ البدء بطريق صريح وواضح قائمة من الحدود اللامعرفة التى يمكننا بفضلها تعريف قائمة من حدود أخرى، وان نبتعد بهذه التعريفات عن المعانى المألوفة للألفاظ فى الواقع.

ب – أن نضع قائمة من " القضايا الأولية" التى نبدأ بها بلا برهان، لا لأنها واضحة بذاتها، فقد لا تكون كذلك، وإنما لأنها تنطوى على علاقات منطقية بحتة بين حدودها، ولا أثر فيها لبداهة حسية أو تطبيق واقعى. ونلاحظ هنا أنه قد بطل التمييز القديم بين البديهية والمصادرة، فكلاهما قضية أولية نسلم بها بلا برهان، وكلاهما على درجة واحدة من القبول أو البساطة.

جـ – أن نستنبط نظريات من تلك المقدمات الأولية استنباطاً صورياً محكماً لا أثر فيه لرسوم أو لأشكال مكانية.

ومع تطور البحث فى أسس النسق الاستنباطى أضيفت إلى

(*) الأكسيوماتيك Axiomatic حركة نقدية تعنى بدراسة أسس ومبادئ البرهنة فى علم ما، لا سيما الهندسة ، انظر المرجع السابق، ص ص ٦٧ وما بعدها.

(٣٩) محمود فهمى زيدان: المنطق الرمزى، ص ص ١١٠ -١١١ .

العناصر السابقة شروطا أخرى يجب توافرها فى قائمة القضايا الأولية من جهة ، وفى النسق ككل من جهة أخرى، وهى[٤٠]:

د – الاتساق Consistency أو عدم التناقض، حيث تعد القضايا الأولية متسقة إذا لم تكن إحداها منكرة لأخرى أو مناقضة لها. كما يعد النسق متسقاً أو خالياً من التناقض إذا لم تأت نتائجه مناقضة لإحدى مقدماته، وإذا لم تستنج فيه نتيجتين تناقض الواحدة منهما الأخرى.

هـ – الاستقلال independence ، ويعنى استقلال القضية الأولية ألا تكون قابلة للاشتقاق من قضية أولية أخرى كنتيجة أو كمبرهنة، وأشهر مثال لذلك مصادرة " إقليدس " الخامسة. أما استقلال النسق فيعنى ثباته وتماسكه بعد حذف إحدى القضايا الأولية المضافة إليه.

و – التمام completeness أو الإشباع Saturation، حيث تعد القضايا الأولية تامة أو مشبعة إذا كانت كافية للبرهنة على كل المبرهنات أو النظريات التى يمكن اشتقاقها فى نسق ما. كما يعد النسق تاماً إذا كان من الممكن البرهنة فيه على صدق أو كذب قضية تعرض فى هذا النسق.

٢٣ – وبهذا التفصيل لمكونات النسق الاستنباطى وشروطه، يمكننا أن نقف بسهولة على معنى النموذج المنطقى، أو بالأحرى على حقيقة الكيانات المفترضة التى يشير إليها نسق ما . فالنسق الإقليدى مثلا يشير إلى مجموعة من الكيانات هى " النقاط" و " الخطوط المستقيمة" و "الزوايا" و" المثلثات" .. الخ . ولا تأخذ هذه الكيانات معانيها المألوفة القائمة على الحدس أو الخبرة الحسية، وإنما تستمد معانيها من العلاقات المنطقية المجردة القائمة بين قضايا النسق. حقا أن " إقليدس" يضع لكل منها تعريفاً

---

(٤٠) محمد محمد قاسم: نظريات المنطق الرمزى، ص ص ١٣٠- ١٣١.

حدسياً فى البداية، لكنه–فى التصور الحديث – مجرد تعريف اصطلاحى، يقوم على ترتيب الألفاظ فى جملة مقبولة نحوياً ومنطقياً، وفقـــا لقواعـــد يشملها " علم التراكيب " Syntax(*) . وكى لا ننزلق أثناء البرهان إلى أى خاطر ضمنى بشأن هذه الكيانات، ينبغى أن نترجم القضايا التى تحتويـــها بعلاقات منطقية صرفة . خذ مثلا الجملة التالية كقضية أولية لنسق ما :

" أى نقطتين فى سطح ما إنما تتصلان معا بمستقيم معين يحتويـــه بحذافيره ذلك السطح " . فإذا افترضنا الآن أن كلاً من المستقيم والســـطح عبارة عن فئة class مؤلفة من أعضاء members، أمكننا أن نترجم تلك القضية بعلاقات منطقية مجردة كعلاقتـــى " الإنتمـــاء " Appartenance و"الاحتواء " Inclusion، وتصور منطقى مثل " الفئة " ، فنقول : " إن أى

(*) يهتم " على التراكيب " بدراسة قواعد التركيب النحوى والمنطقى لجمل وقضايـــا اللغة. ويشير المعنى الأصلى لكلمة Syntax إلى " تنظيم الأجـــزاء أو العنـــاصر تنظيما نسقيا أو ترتيبيا " ، أو " تنظيم الألفاظ فى صور وأشكال مناسـبة تظــهر ارتباطها وعلاقتها داخل العبارة " . أما فى المنطق فتشير الكلمة إلى القواعد التى تتحكم فى العلاقات بين الرموز المنطقية. ويوجد صنفان من هذه القواعد، يتحكـم الصنف الأول فى بناء القضايا ذات التكوين الصحيح، ويُعـــرف باســـم" قواعـــد التكوين" Concatenation rules، أما الصنف الثانى فيحدد لحظة إمكـــان تســـمية القضية باسم " القضية المترتبة على ما قبلها " أو " القضية التى تتبع ما قبلـــها" ، ويُعرف باسم " قواعد التحويل " Transformation rules.

ويذهب فلاسفة اللغة إلى أن " علم التراكيب " هو أحد المباحث الرئيسية لفلسفة اللغـــة إلى جانب " علم الدلالات" Semantics، و " علم أفعال الكلام " Pragmatics. فى حين يذهب " رونز " فى قاموسه الفلسفى إلى أن هذه المباحث الثلاث هى الدعائم الأساسية لنظرية العلامات أو " السيميوطيقا " Semiotic.

انظر : أ . هـــ . بيسون & د.ج. أوكنر : مقدمة فى المنطق الرمزى (ترجمة عبـــد الفتاح الديدى ، الهيئة المصرية العامة للكتـــاب، القـــاهرة، ١٩٧٨) ص ١١٥. وأيضا:

- Martinich (ed) : Philo. Of Language , P. 4.
- Runes (ed) : Dict. Of philo. , item " Semiotic" , P. 305.

عضوين مما ينتمى إلى الفئة " سطح " ينتميان أيضا إلى الفئة " مستقيم" كما أن الفئة " مستقيم " محتواة فى الفئة " سطح " .

وهنا نلاحظ أن الألفاظ " نقطة " و " مستقيم " و " سطح" فقدت معانيها العادية المألوفة فى القواميس، أعنى فقدت صفة كونها حدوساً هندسية أو أشكالاً مكانية، وحل محلها التصور المنطقى " فئة " . فإذا عبرنا عن تلك الألفاظ وعن علاقاتها أيضاً برموز منطقية بعضها متغير وبعضها ثابت، نجد أنفسنا آخر الأمر أمام قضية منطقية صرفة لا توحى بأى مدلول حدسى يتعلق بالمكان(٤١).

ونصل بذلك إلى سؤال هام: أى الأنساق الهندسية- وكلها صحيح من الناحية الصورية – يتسق والواقع الفيزيائى؟ . وبعبارة أخرى، إذا كنا نهدف من بناء النموذج إلى تفسير ما يعرض أمامنا من مشكلات فى الواقع الخارجى، فكيف نجرده من أى ارتباط بعالم الخبرة ؟ . وللإجابة عن هذا السؤال ينبغى أن نميز بين جانبين للهندسة ، ومن ثم للعلم بصفة عامة : الجانب النظرى ، والجانب العملى أو التطبيقى. فقد تتعدد النماذج الصورية ، بحيث يشير كل منها إلى إمكان منطقى محدد وصحيح كبناء نسقى استنباطى ، حتى ولو لم يجد تطبيقاً على الواقع ، فإذا ما أردنا اختيار إحداها- أو اختباره – كان لزاماً علينا أن نخلع عنه طابعه النظرى، أعنى مجرد الشكلية المنطقية ، وذلك بإيجاد تنسيق بين الإطار التصورى المجرد لحدود وقضايا النسق من جهة، والأشياء المحسوسة فى عالم الخبرة من جهة أخرى(٤٢). فقد نُفسر مثلاً النقطة الهندسية على أنها

---

(٤١) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص ص ٧٠-٧١ .

Also Hesse : OP. Cit, P. 354.

(٤٢) ألبرت أينشتين : أفكار وأراء ، ص ٢٦.

أصغر جزء من المادة ، والخط على أنه شعاع ضوئى أو حافة مكعـــب، كما نُفسر البديهات على أنها قضايا عن العـــالم الطبيعـــى، والنظريـــات الهندسية كفروض فيزيائية عن العالم(٤٣). وهكذا تُصبح مسألة ما إذا كانت الهندسة العملية للكون إقليدية أم لا مسألة واضحة المعنى ، ولا يمكن البت فيها إلا عن طريق التجربة(٤٤). ومن الطبيعى أن يتوقف قبول نموذج مـــا على ما يتمتع به من قوة تفسيرية ناجحة وقدرة على التنبؤ، فضلاً عـــن ديناميكيته التى تتيح لنا استخدامه لفترة ما ثم تطويره واســـتبداله بـــآخر (ف٨-١ ، ٢ ، ٣) وفقاً لما ينطوى عليه من تمثيلات موجبة أو محايدة أو سالبة تتضح لنا أثناء التطبيق (ف ٧-٥ ، ٦ ، ٧) .

وعلى هذا النحو يمكننا أن نعين للفكر الخالص والتجربة مكانيـــهما فى عملية النمذجة العلمية ، فالفكر يُعطينا الهيكل النظرى للنموذج ، أمـــا محتوياته التجريبية وعلاقاتها المشتركة فيجب أن تجد تمثيلاً دقيقاً لها فيما ينطوى عليه النموذج من نتائج .

---

(٤٣) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٢٣.

(٤٤) آينشتين : المرجع السابق ، ص ٢٧ .

الفصل السادس

النموذج الرياضى

٢٤ – البعد الثالث من أبعاد النموذج العلمى هو البعد الريـــــاضى. ويعنى اكتساب النموذج لهذا البعد أن تكون مادته ذات طبيعـــة رياضيـــة خالصة، بحيث لا يحوى إلا رموزا مجردة ، نسمى بعضها " متغـــيرات " Variables ونسمى بعضها الآخر " ثوابت " Constants . المتغـــيرات حروف لغوية لا معنى لها فى ذاتها، وإنما يحتويها النموذج– دون تحديد– كأسماء غامضة ambiguous names لأعضاء فئة معينة مـــن الأشـــياء، وحينئذ نسمى هذه الفئة "مدى المتغير " range of the variable، بينمـــا نسمى أعضاء الفئة ذاتها " قيم المتغير " values of the variable(٤٥).

أما الثوابت فرموز شكلية نصطلح عليها كأسماء واضحة لعلاقـــات relations أو كميات quantities ثابتة تربط بين متغـــيرات النمـــوذج، وتتحدد بالقياس إليها قيم المتغيرات المجهولة استنادا إلى ما هـــو معلـــوم منها بطرق البحث المختلفة. ومعظم الثوابت العلاقية تتســـم بعموميتـــها المطلقة، بمعنى أننا يمكن أن نستخدمها فى أى فرع من فـــروع العلـــم– فضلا عن حياتنا اليومية– ومن أمثلتها ثوابت العلاقات الحسابية كـــالجمع (+) والطرح (-) والقسمة (÷) والمساواة(=) والجذر(√) وأكبر من (>) وأصغر من (<) .. الخ، ومن أمثلتها أيضا ثوابـــت العلاقـــات المنطقيـــة كالسلب(~) والوصل (.) والفصل (V) واللـــزوم (⊃) والتكـــافؤ (≡) ونحو ذلك. ولكل ثابت من هذه الثوابت معنى محدد مهما تغيرت السياقات

---

(45) Runes (ed) : Dict. Of Philo., item " variable" , P. 347.

التى يرد فيها.أما الثوابت الكمية فيقتصر استخدامها على علم دون آخر، ومن أمثلتها فى الفيزياء " سرعة الضوء " (٣×١٠^{٨} متر/ ثانية) و"ثابت بلانك " ($٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}$ جول. ثانية) ، وفى الكيمياء " الأوزان الذرية" للعناصر المختلفة ، وهكذا [٤٦].

وبهذه الطائفة من الرموز المتغيرة والثابتة ينفرد النموذج العلمى الرياضى بقدرته على ميكنة النشاط العقلى طبقا للقواعد التى تحكم علاقات الرموز، يستوى فى ذلك أن يكون النموذج جزئياً– كأن يأتى مثلا فى صورة قانون أو معادلة – أو يكون نسقاً متكاملاً يتألف من قضايا مترابطة يؤدى السابق منها إلى اللاحق. هذا فضلا عما يحققه النموذج من اقتصاد فى الوقت والجهد والتكلفة ، وما تتسم به الرموز من بساطة Simplicity وأناقة Elegance، وجمال Beauty. ولن نقف طويلا عند معانى هذه المصطلحات، يكفى أن نقول أنها تعبر عن سمات بارزة يشعر بها العَالِم إزاء ما تبوح به الطبيعة من أسرار من خلال الأشكال الرياضية[٤٧].

---

(٤٦) انظر :

- محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٤ وما بعدها.
- محمد ثابت الفندى : أصول المنطق الرياضى (دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٧) ص ص ١٢١ وما بعدها.
- Op. Cit, item " constant" , P. 81 .

(47) Davies , Paul : Super force, The search for a grand unified theory of nature , A Touch stone book , Published by Simon & Schuster, Inc., N.Y, 1985 , PP. 52 F .

وأيضا: فيرنر هايزنبرج : الجزء والكل -محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية (ترجمة محمد أسعد عبد الرؤوف ، تقديم على حلمى موسى، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٦) ص ص ٩١ – ٩٢ .

٢٥ – ولا ينفصل البعد الرياضى للنموذج– بهذا المعنى– عن بعديه المنطقى واللغوى، بل إنه يستمد أهم مقومين له ، وهما البرهان والتجريد ، من هذين البعدين . وقد رأينا من قبل (ف١٩) كيف أن الرياضيات كعلم " برهانى" إنما تستند إلى فكرة النسق الاستنباطى، وهى فكرة منطقية بحتة تعتمد على " تجريد " الصورة المنطقية من المادة التى تحملها ، أو من تلك الأشكال الحسية التى تشير إليها، وهو ما أدى بدوره إلى الإسراع بإصلاح المنطق نفسه وإخراجه من ركوده الطويل كعلم أشبه بعلوم اللغة ، وتحويله إلى علم رياضى ناضج ليقوم بدوره الجديد الذى أصبح جوهريا بالنسبة إلى تأسيس وتأصيل الرياضيات[٤٨].

إننا على استعداد هنا– فيما يشير " رسل " – للقول بأن واحداً وواحداً اثنان، لا أن "سقراط " و " أفلاطون" اثنان، لأن العالم الذى يخلو من مثل هذين الشخصين لا يزال عالماً فيه واحد وواحد اثنان[٤٩]. ولن يتسنى لنا ذلك إلا باستخدام الرموز والأعداد مجردة من أى ارتباط مادى. لكن ذلك لا يعنى أن نغفل الدور الذى تؤديه اللغة ، أو أن نلقى بها وراء ظهورنا، فليست الرموز والأعداد سوى نمط خاص من أنماط اللغة يحقق الصورية والتجريد اللازمين لصحة البرهان وعموميته. أو بعبارة أخرى، هى شفرة لغوية تحدثنا بها الطبيعة ، ولو تمكنا من حل تلك الشفرة لأصبحت الطبيعة أمامنا كتاباً مفتوحاً، نقرأ صفحاته ونطويها فى سهولة ويسر[٥٠].

---

(٤٨) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص ٦٩ .

(٤٩) براتراند رسل : مقدمة للفلسفة الرياضية (ترجمة محمد مرسى أحمد، مراجعة أحمد فؤاد الأهوانى، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، ١٩٨٠) ص ٢١٠.

(50) Op. Cit, P. 51 .

وعلى أية حال، لم تبدأ محاولات العلم الجادة والمنظمـــة لتفســير الشفرة الرياضية للطبيعة إلا بعد أن لفت " جاليليو" الانتباه إلى ضـــرورة محادثة الطبيعة بلغتها الرمزية العامة المجردة. ومنذ ذلك الحين نســتطيع أن نرصد توازياً مطرداً بين تطور الفكر الرياضى من جهـــة ، وتطــور العلم بفروعه المختلفة من جهة أخرى : فمـــن الهندســـة الإقليديـــة إلـــى الهندسات اللا إقليدية واللا قياسية ، ومن حساب التفاضل والتكامل إلـــى نظرية المجموعات Set theory . هذا من جانب، ومن جانب آخر نجــد فى الفيزياء مثلا تطوراً من نسق " نيوتن " الميكـــانيكى إلـــى مجـــالات "ماكسويل " ، ثم إلى نسبية " آينشتين " وكمّات " بوهـــر " ومصفوفـــات "هاينرنبرج ".أما فى الكيمياء ، فمن قانون " دالتـــون" Dalton (١٧٦٦-١٨٤٤) للنسب المتكافئة إلى تصنيف "مندليـف " Mendeleiev (١٨٣٤-١٩٠٧) للعناصر فى الجدول الدورى تبعا لأوزانها الذرية، وصولا إلـــى تطويـــر " زويـــل " Zewail (١٩٤٦-) لكيميـــاء الفمتوثانيـــة Femtosecond بآفاقها المأمولة . وأما فى الأحياء، فمن تصنيف "منـــدل" Mendel (١٨٢٢-١٨٨٤) للصفات الوراثية إلى اكتشاف " واطســـون" Watson (١٩١٦-) لشفرة تركيب الحامض النووى DNA، ثـــم إلى الهندسة الوراثية بتحدياتها المختلفة، وهكذا (*).

(*) هذه مجرد أمثلة- وليست حصراً - لإنجازات علمية ارتبطت بالفكر الريـــاضى وجاءت صياغتها فى صورة نماذج رمزية . ولمزيد من التفاصيل حـــول هـــذه الإنجازات وغيرها ، أنظر على سبيل المثال:

- Grease , R.P. & Mann , C.C. : The Second creation , Makers of the revolution in twentieth century physics , Macmillan publishing company , N.Y, 1986.
- Morris , R. : “Dismantling the universe , the nature of scientific discovery , Simon & Schuster Inc, N.Y., 1983. =

ولن يقف التطور العلمى قطعاً* عند حد ما، مادمنا ننمذج الفكر بلغة الطبيعة . كل ما نحتاجه هو حرية كاملة فى بناء الصور المتعددة من رمزيتنا الرياضية لكى نزود الفكر بجميع أدواته التفكيرية . إن الطبيعة معين لا ينضب، لأنها ستظل دائما تضع أمامنا مشكلات جديدة لم نكن نتوقعها. ولن نستطيع أن نلم بالحقائق كاملة ، لكننا نستطع أن نعد العدة لتفسير عقلى ممكن للحقائق من خلال قوة الفكر الرمزى(٥١). من جهة أخرى ، لا يقتصر دور الفكر الرياضى على تقديم الأدوات اللازمة لبناء النموذج النظرى التفسيرى لظاهرة من الظواهر، وإنما يتعدى ذلك ليقدم لنا أيضا أدوات التحقق من درجة يقين التمثيل القائم بين النموذج والأصل، وذلك من خلال فرع رياضى هام هو " حساب الاحتمال " The probability calculus. وتعد التصورات الرياضية الواردة فى هذا الفرع بمثابة " نماذج إحصائية " Statistical models نلجأ إليها فى مرحلة البحث التجريبى لربط الوقائع المشاهدة بالنموذج، ومن ثم اختيار النموذج الأفضل تمثيلاً* للواقع والأكثر تقريباً* له . فلا غنى لنا إذن عن الفكر الرياضى ، لا فى مرحلة بناء النموذج عقليا، أو فى مرحلة اختباره تجريبيا. وهو ما يفسر لنا الصدق التام للنموذج كبناء نسقى استنباطى من جهة ، واحتماليته كتمثيل للواقع من جهة أخرى.

---

* - جورج جاموف: بداية بلا نهاية (ترجمة محمد زاهر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠) .
- جاكوب برونوفسكى : التطور الحضارى للإنسان(ترجمة أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٧).

(٥١) إرنست كاسيرر : مقال فى الإنسان، ص ٣٦٥.

تعقيب على الباب الثانى

٢٦ – حاولنا فى هذا الباب أن نرسم صورة واضحة قدر الإمكان لأدوات بناء النماذج فى العلم، أو بالأحرى لكيفية تشكيل الواقع والتعامل معه من خلال النماذج . وقد أطلعتنا معالم الصورة على ثلاثة مباحث أساسية يستقى منها النموذج العلمى تلك الأدوات،وهى " اللغة " و"المنطق" و " الرياضيات " . ورغم ما قد نلمحه بين تلك المباحث من اختلاف فى الرؤى يدفعنا إلى التمييز بين " نموذج لغوى" و آخر "منطقى" وثالث " رياضى " ، إلا أن بنية النموذج العلمى تجمع بينها جميعا ليصبح كل منها فى النهاية بعدا ضروريا من أبعاده. تلك هى النتيجة المنهجية التى أفرزتها سنوات طوال من حوار الإنسان مع الطبيعة بغية فهمها وتفسير ظواهرها فى حدود العقل وإمكاناته.

بدأنا باللغة بوصفها نافذة الإنسان الأولى لخروج الأفكار وتلقيها، أعنى تحقيق الوجود اللغوى الفيزيائى لها بالكلمات. وميزنا فى هذا الصدد بين نموذج لغوى أصلى يتسم ببنيته الصوتية ، وآخر ثانوى يتسم ببنيته الخطية، فالأول تمثيل للخبرات العقلية ، أما الثانى فتمثيل للكلام ، ومن ثم فلا قيمة للثانى دون الأول (ف ١٣) . كما ميزنا أيضا بين نموذج لغوى " عادى" تتفاوت الآراء فى نشأته بين التوقيف الإلهى والاصطلاح الإنسانى (ف١٤) ، وآخر " علمى " محدد المعنى والهدف، يولد نتيجة العرف والاتفاق (ف ١٥ ، ١٦) . ومن خلال " اللغة " ككلمات وقضايا تعبر عن أفكار وتصورات ، دلفنا إلى البعد الثانى من أبعاد النموذج العلمى، وهو " المنطق " . ويتمثل إسهامه فيما يقدمه من أحكام ومبادئ نستند إليها فى استنباط القضايا وردها إلى بعضها البعض داخل النسق العلمى الواحد، بحيث تشير تلك القضايا– بديهيات ومبرهنات– إلى

كيانات صورية تتمذج الواقع بطريقة عقلية مجردة، الأمر الذى يسمح لنـا بإقامة أنساق صورية متعددة لأية ظاهرة إنطلاقاً من مقدمـــات مختلفــة، وكلها صحيح صورياً حتى تُرجح التجربة كفة إحداها فنحكم بصدقه علـى الواقع (ف ١٧-٢٣) . أما البعد الثالث للنموذج العلمى وهو "الرياضيات" فلا غنى عنه لما يقدمه من أدوات فنية - ثوابـــت ومتغـيرات- تنتقـل بالنموذج من مرحلة التفسير الكيفى للواقع إلى مرحلـة التفسـير الكمـى العددى له، مما يعنى ميكنة النشاط العقلى فى إطار عـدد مـن الرمـوز والأعداد وعلاقاتها (ف ٢٤-٢٥) .

وقبل أن نطوى صفحات هذا الباب تنبغى الإشارة إلى أن أيا مـــن أبعاد النموذج الثلاث السابقة لا يستبعد الآخر، فالنموذج الرياضى مثـلا - كلغة خاصة نعبر بها عن أفكارنا العلمية- لا يستبعد النمـــوذج اللغـوى الأصلى، لأن العبرة كما ذكرنـــا بالكلمـات المنطوقـة ، لا بتمثيلاتـــها المكتوبة، حتى ولو كانت هذه الأخيرة مجرد أشكال ورموز مجـــردة، إذ لابد وأن يكون لها معنى يمكن النطق به ، سواء كان هذا النطق داخليا فى إطار الفكر ذاته، أو كان مباشرا فى صورة موجات صوتية. كذلك الحـال بالنسبة للنموذج المنطقى، فرغم كونه أساسا للنموذج الريـــاضى ، إلا أن لكل منهما أدواته الفنية المميزة التى لا غنى عنها للنمـوذج العلمـــى ، لا سيما فى صورته الحديثة والمعاصرة.

الباب الثالث

مــراحل بنــاء النمــوذج

النموذج الجيد يساوى ألف حقيقة "

م. مالنترا

تمهيد :

٢٧ – موضوع هذا الباب هو الكشـــف العلمـــى- أو النمـــوذج- بمراحله البنائية المختلفة ، بدءً من صياغته كفرضٍ تفسيرى لعـــددٍ مـــن الوقائع الملاحظة ، ومروراً بمرحلة الفحص المنطقى أو التجريبـــى لـــه، ووصولاً إلى إقراراه كقانون يُحدد آلية عمل تلك الوقائع، ثم كنظرية تُفسر القانون ذاته وما قد يرتبط به من قوانين تعالج ظواهر أخرى. وتلك هـــى المراحل التى أشرنا إليها بإيجاز فـــى نهايـــة الفصـــل الأول (ف ٨-٣) كخطوات أساسية للبحث العلمى، والتى تُمثل دورة حيـــاة أى نمـــوذج أو نظرية علمية .

وأول ما نلحظه بصدد تلك المراحل أن النموذج العلمى ليس وليـــد لحظته، بل هو حدث ضخم ومُعقد، تشترك فى إخراجه جـــهود نظريـــة وتجريبية متواصلة . فمن العلماء من يُمهد التربة ، ومنهم من يبذر البذور ويرعاها ، ومنهم من يحصد ، لكن الناتج فى النهاية لا يعـــدو أن يكـــون نموذجاً مرحلياً يُقربّ الواقع بدرجة ما ، وعليه أن يُفسح الطريق بعد حين لآخر أكثر شمولاً ودقة .

ولا نهدف من هذا الباب إلى ترديد ما تحفل به كتب الميثودولوجيـــا من شروح لمناهج البحث العلمى فى صورتها التقليدية والمعاصرة، وإنمـــا نهدف بالأحرى إلى تأكيد أولّية " التمثيل بالنماذج "- كما عرضناه من قبل (ف ٦،٧) – كمنهج عام للعلم فى كافة مجالاته، أما الاستقراء والاستنباط والحدس فمناهج مساعدة تستخدم بطريق مباشر أو غير مباشر فى بنـــاء النماذج والمفاضلة بينها، وذلك بتبيان مدى دقة التمثيل القائم بينها وبين ما تنمذجه من ظواهر. هذا من جهة ، ومن جهة أخـــرى إذا كنـــا نُفضـــل الحديث عن " نماذج علمية " تمر بمراحل معينة على الحديث عن"فروض"

أو " قوانين " أو " نظريات " ، فليس ذلك بدافع الاستحسان اللغوى البلاغى لمصطلح على آخر، وإنما تأكيداً لنسبية المعرفة العلمية وتقريبيتها، تلك التى يُعبر عنها بوضوح مصطلح " النموذج " بما يحمله من لحظات " محتملة " للصدق أو الكذب . فى حين أن هذه النسبية قد تتوارى خجلاً خلف مصطلحات الفرض والقانون والنظرية حين تُؤخذ بمعناها اللفظى لتدل على الوجوب أو على حقيقة مطلقة لا تتبدل. حقاً لقد علّمنا " جاليليو " أن الطبيعة كتابٌ مفتوح، نستطيع قراءته بلغة الأعداد وعلاقاتها ، لكن هذه الأخيرة – رغم ما تتسم به أبنيتها النسقية من يقين – ما هى إلا نماذج عقلية ممكنة منطقياً فحسب . وربما قرأ أحد العلماء سطراً أو سطوراً فى الكتاب الكونى، لكن قراءات أخرى لاحقة لهذه السطور وما يتلوها تحمل بلا شك توضيحاً أو تعديلاً أو نسخاً لما سلمنا به وبدا لعقولنا أمراً مقنعاً ردحاً طويلاً من الزمن. وهل يُمكننا أن نسرد تاريخ العلم دون أن نذكر مثلاً الكرات السماوية، والنقاط الكتلية ، وخطوط القوة المرنة ، والأثير المتذبذب ، والنظام الذرى الكوكبى، واللولب المزدوج ، وازدواج الموجات الكرية .. الخ .

هكذا إذن تاريخ العلم : نماذج وتمثيلات تتلوها نماذج وتمثيلات، كالموجة تتبع الموجة، أو كنافذة تتسع رويداً رويداً لتكشف لنا عن فصول جديدة فى قصة الخلق الإلهى .

فلنتتبع إذن مراحل بناء النموذج ، وليكن " الفرض " نقطة انطلاقنا.

الفصل السابع
النموذج فى مرحلة الفرض

أولا: الفروض العلمية وأنواعها :

٢٨ – لو أردنا وصفاً دقيقاً للعلم عبر تاريخه لقلنا أنه طريق نسير عليه وليس نهاية نصل إليها . هو منهاج قبل أن يكون نتيجةً مقطوعاً بصوابها. فنحن نتدرج دائماً من الجهل إلى المعرفة ، ومن المعرفة غير الكاملة إلى معرفة أكثر إكتمالاً. ولن يتسنى لنا أن نبدأ المسير أو نواصله من نقطة ما دون أن نطرح ونؤسس ما نسميه الفروض Hypotheses. وتلك هى أولى مراحل بناء النموذج.

وأبسط تعريف للفرض أنه " رأى أو قضية يتخيله أو يقترحه العالم بهدف الإجابة عن سؤال يشغله فى بحثه، أو بهدف حل مشكلة أساسية تعترضه ، بشرط أن يخضع هذا الرأى أو الاقتراح لاختبار تجريبى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة" (١). وبعبارة أخرى، هو " تخمين guess – مؤسس علميا – حول الأسباب أو الروابط القانونية لهذه أو تلك من ظواهر أو أحداث الطبيعة والمجتمع والتفكير" (٢).

وتحمل الكلمات السابقة تحديداً لطبيعة النموذج فى هذه المرحلة: فهو من جهة نقطة ابتداء تُستخدم – بشكل مؤقت- كقاعدة موجهة لبنية تفسيرية، ريثما يتم التحقق منها أو تفنيدها ببينة لاحقة . وهو من جهة أخرى مجرد إمكان مشروط، لأنه مؤسس على حجج أو عناصر محتملة

---

(١) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٣٧.
(٢) ألكسندرا غيتمانوفا : علم المنطق ، ص ٣١٣.

وغير كافية(٣). وقد يتسق هذا المعنى للفرض العلمى مع معناه اللفظى فى اللغة اليونانية، إذ يعنى فيها " وضع مشروع أو موضوع أمــامى وأمــام الآخرين للقيام به أو دراسته(٤). لكن هذا الاتساق يغدو صعباً إذا نظرنــا إلى المعنى اللفظى للمصطلح فى العربية ، فالفرض فى اللغة هو الحَزّ فى الشئ ، أى قطعة دون فصله. وهو أيضا ما أوجبه الله تعالى ، سُمى بذلك لأن له معالم وحدوداً . وقوله تعالى: " لأتخذن من عبادك نصيباً مفروضاً" (النساء -١١٨) أى مقتطعاً محدوداً (٥).ومن ثم يُقال فرض الأمر فرضــاً أى أوجبه، وفرضه عليه أى كتبه عليه، وفرضــه لــه أى خصّــه بــه، وهكذا(٦) ومن الواضح مدى ما يحمله هذا المعنى اللفظى للمصطلح فــى العربية من وجوب وتأكيد يفتقر إليهما المعنــى العلمــى لــه، إذ ليســت الفروض فى العلم سوى ممكنات يتصورها الإنسان ليستنبط منها النتائج . وربما نسميها بأسماء أخرى، كالبديهات والمسلمات أو غير ذلك، لكن ذلك لا ينفى عنها طبيعتها، وهى كونها مجرد مقترحــات مبدئيــة لأى نســق علمى، ويمكن أن نقترح سواها فتخرج لنا نتائج أخرى.ومن هنــا كــان ربطنا بين مصطلحى " الفرض" و "النموذج" بحيث ينطوى الأول تحــت الثاني كمرحلة أولى له.

---

(3) Runes (ed): Dcit. Of Philosophy , item : Hypothesis , P.149, Also Barbet : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 242 .

(4) Burent , J. : Greek philosophy : Tales to Plato , London , 1914, reset and reprinted , 1964,P. 132.

نقلاً عن محمود فهمى زيدان : مناهج البحث الفلسفى ، ص ٢٧.

(٥) محمد بن أبى بكر الرازى : مختار الصحاح (عنى بترتيبه محمود خــاطر، دار الحديث ، القاهرة، بدون تاريخ) مادة " فرض " ، ص ص ٤٩٨- ٤٩٩.

(٦) مجموع اللغة العربية: المعجم الوجيز (تصدير إبراهيم بيومى مدكــور ، طبعــة خاصة بوزارة التربية والتعليم المصرية،القاهرة،١٩٩٣)مادة " فرض" ص ٤٦٧.

٢٩ – وقياساً على ذلك يمكن تصنيف النماذج حال بنائها إما تبعاً لدرجة عمومية الفرض من جهة، وإما تبعاً لدلالته التوضيحية من جهة ثانية، وإما تبعاً لمدى قابليته للاختبار التجريبي المباشر من جهة ثالثة. فمن الجهة الأولى قد يكون الفرض – ومن ثم النموذج- عاماً، أو خاصاً، أو فردياً. ومن الجهة الثانية هناك فرض سببي وآخر وصفي، ومن الجهة الثالثة قد يكون الفرض مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر، أو قد يكون غير ذلك فنسميه فرضاً صورياً. وليس هناك ما يحول دون تداخل التصنيفات الثلاث السابقة ، بل إن الأول منها يؤدى إلى الثاني، والثاني إلى الثالث، بحيث يمكن للفرض أن يجمع بين أكثر من سمة، على ألا ينتمي إثنان منها إلى تصنيف واحد (اللهم إلا إذا اعتبرنا الفرض السببي مجرد وصف لآلية عمل إحدى الظواهر). وننظر الآن في هذه التصنيفات كل على حدة.

٢٩- ١ – يقوم التصنيف الأول على النظر إلى حجم الظواهر التي يهدف الفرض إلى تفسيرها في مجال بحثي معين. فإذا كنا نقترح الفرض بهدف تفسير كل فئة الظواهر المدروسة، واستجلاء الطابع القانوني لترابطاتها في كل زمان ومكان، كان الفرض عاماً general hypothesis[٧]. ومن أمثلة هذا النوع من الفروض : فرض البنية الذرية للمادة عند " ديموقريطس" ، وفرض الجاذبية عند " نيوتن " ، وفرض الصفات الوراثية عند " مندل " والفرض الإيكولوجي[*] القائل بتأثير النشاط الصناعي والتكنولوجي للإنسان على استقرار البيئة وتوازن مكوناتها.

---

(٧) غيتما نوما : علم المنطق ، ص ٣١٤ .

(*) نسبة إلى الإيكولوجيا Ecology أو علم دراسة العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها.

أما إذا كان الفرض يهدف إلى تفسير جزء من الظواهر المعنيــة أو مجموعة فرعية منها، فهو عندئذ فرض خاص .Special hyp أو جزئى particular . وكمثال على هذا النوع من الفروض يمكن إيراد الفــروض الثلاث المعاصرة حول أصل الفيروسات(*). يذهب الفرض الأول إلــى أن الفيروسات تنشأ من المركبات العادية للخلايا، تلك التى خرجت من تحـت

(*) الفيروسات Viruses نوع من الميكروبات يسبقه فى التصنيف نــوع آخــر هــو البكتريا Bacteria ، ويمكن تعريفه بالقياس إليه. فالبكتريا كائنات مجهرية دقيقــة، يتراوح قطر الخلية فيها بين ميكرون واحد (جزء من ألف من المليمتر) واثنين. وهى أول ما اكتشف من الميكروبات المسببة للأمراض. ورغم التشابه الكبير بين أنواع البكتريا جميعا ، إلا أن ما يعرف الآن من سلالاتها يعد بالآلاف ، وهنــاك ثلاثة أشكال رئيسية منها : العصى(الباسلاتBacilli) والكرات Cocci والواويات Vibrios. وبعض البكتريا متحرك وبعضها ينتج جراثيم، وهو عندئذ يصمد أمــام الحرارة أو الجفاف. وليس للبكتريا تزاوج جنسى، وإن كان المعروف عن بعض السلالات أن لها لونا بدائيا من الاتصال الجنسى. أما الفيروسات فــهى أجســام أصغر من البكتريا بنحو ١٠-١٠٠ مرة، ويتراوح طولــها بيــن ٢و -٢,٠مــن المكيرون. وقد أصبحت هامة فى السنوات الأخيرة كأسباب رئيسية لكثــير مــن الأمراض الخارجة عن سيطرة الإنسان. وتقع الفيروسات على حافــة الكائنــات الحية، فليس لها مثلا " أيض " Metabolism – تحول غذائى- خاص بها ، فــهى لا تتنفس ولا تهدم مركبات الكربون أو تعمل شيئا من هذا القبيل، وإنما تعــوق " أيض" المخلوق الذى تصيبه فى سبيل تخليق عدد أكبر منــها. وعندمــا يمــوت عائلها، أو فى حالة موت الخلايا المصابة بها وتحللها، فإن مئــات عديــدة مــن جسيمات الفيروسات تنطلق ، ويمكن أن تزيد من انتشار العــدوى، أى أنــها لا تموت. والعلم الذى يختص بدراسة كافة أنواع الميكروبات هــو الميكروبولجيــا Microbiology، وهو أحد فروع البيولوجيا .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

جون بوستجيت : الميكروبات الإنسان(ترجمة عزت شعلان، مراجعة عبــد الــرازق العدوانى، سمير رضوان ، سلسلة عالم المعرفة، العدد(٨٨) ، الكويــت، أبريــل ١٩٨٥) ص ص ٢٩ وما بعدها .

آليات التنظيم. أما الفرض الثانى فيذهب إلى أن الفيروسات ما هى إلا أخلاف البكتريا، تلك التى انتقلت إلى نمط الحياة الطفيلى داخل الخلايا، وذلك نتيجة لما فقدته البكتريا الأسلاف- فى مجرى الارتقاء- من قدرة على التبادل المستقل للمواد أدى إلى تدمير الغشاء الخلوى. وأما الفرض الثالث- وهو الأقرب إلى المعقول- فيذهب إلى أن الفيروسات تنبثق من صيغ الحياة الأولية ما قبل الخلوية . لكن أياً من هذه الفروض لم يجد بعد إثباته الكافى(٨) .

أخيراً إذا كان الفرض يهدف إلى تفسير واقعة أو حادثة مفردة، فهو حينئذ فرض فردى .individual hyp، فالطبيب مثلاً يطرح عدداً من الفروض الفردية فى مجرى علاج مريض بعينه، فيصف له أدوية مفردة وبجرعات محددة خاصة به(٩).

٢٩ – ٢ – ومن درجة عمومية الفرض إلى دلالته التوضيحية يغدو الفرض – ومن ثم النموذج- سببياً causal أو وصفياً descriptive ويهدف الفرض السببى إلى تحديد الأسباب أو الشروط المؤدية إلى الظاهرة- أو مجموعة الظواهر- موضع البحث. ومن ثم فإنه يأخذ- أو ينطوى على – شكل القضية الشرطية: إذا كانت أ كانت ب(١٠)، كأن نقول مثلاً : " إذا ازدادت قوة الدفع الأولية للبندول ازدادت سعة ذبذباته" ، أو "إذا تلامس جسمان بدرجتى حرارة مختلفتين فإن الجسم الأكثر سخونة لابد وأن ينقل حرارته إلى الجسم الأقل سخونة، حتى يتساويان فى درجة الحرارة" ، أو " إذا أمكن لجسم ما أن ينتقل بسرعة الضوء صارت كتلته

---

(٨) غيتما نوما، علم المنطق ، ص ٣١٥ .

(٩) نفس المرجع ، ص ٣١٦.

(10) Mellone : Elements of modern Logic P. 204 .

لا نهائية "،.... الخ. ومعظم قوانين العلم لها هذا الشكل السببى، حتى لقد ذهب البعض إلى أن القول بالسببية يعد مصادرة أساسية لأى بحث علمى(١١).

أما الفرض الوصفى فلا يهدف كسابقه إلى تحديد الإطار السببى للظاهرة – أو مجموعة الظواهر – موضع البحث، وإنما يهدف بالأحرى إلى وصفها وصفاً مثمراً يحقق لنا الفهم الدقيق لها (١٢). وكمثال على هذا النوع من الفروض يمكننا الإشارة إلى الفرض الخاص بالأوزان الذرية(*) للعناصر الكيميائية المختلفة، والذى طرحه عالم الكيمياء الإنجليزى " وليام بروت" W. Prout(١٧٨٥-١٨٥٠) فى منتصف القرن التاسع عشر. ينص الفرض على أن ذرات جميع العناصر الكيميائية لها طبيعة مشتركة ولا تمثل إلا درجات مختلفة من " تركيز" ذرات الهيدروجين. وقد بنى "بروت" هذا الفرض على ما هو معروف من أن الأوزان الذرية المحددة كيميائياً للعناصر المختلفة بالنسبة للهيدروجين هى غالبا قريبة جدا من

---

(11) Ibid , P. 205 .

(١٢) محمود فهمى زيدان: الاستقراء والمنهج العلمى، ص ١٥٠.

(*) من المعروف أن الوزن الذرى atomic weight لعنصر ما هو وزن الذرة مقدراً بوحدة الوزن الذرى، وتقدر هذه الأخيرة بجزء من ستة عشر جزء من متوسط وزن ذرة الأوكسجين بجملة نظائره المختلفة فى الماء العذب الطبيعى ، وتساوى ١,٦٦٠ × ١٠^-٢٤ من الجرام . وبعبارة أخرى يمكن القول أن الوزن الذرى لعنصر ما مساو لعدد البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل نواة ذلك العنصر. أما العدد الذرى atomic number فهو عدد البروتونات فقط- ذات الشحنة الموجبة- داخل نواة الذرة، أو عدد الإلكترونات -سالبة الشحنة- الدائرة حول نواة الذرة. ومن المعروف أيضا أن ذرة الهيدروجين هى أبسط ذرات العناصر الكيميائية ، حيث تحتوى نواتها على بروتون واحد، ويدور حول تلك النواة إلكترون واحد، ولذا اتخذت كمقياس لكافة ذرات العناصر الأخرى. انظر معجم الفيزيقا الحديثة، مادة " العدد الذرى" ، مادة "الوزن الذرى"،جـ١، ص٢١.

العدد الصحيح. وهكذا فوفقاً لرأيه، لابد من النظر إلى ذرة الأوكسجين- وهى أثقل من الهيدروجين بـ ١٦ مرة- باعتبارها مكونة من ١٦ ذرة هيدروجين مجتمعة معاً. وذرة اليود التى يبلغ وزنها ١٢٧ مرة قدر الهيدروجين لابد أنها تتكون من ١٢٧ ذرة هيدروجين، وهكذا.

ومع أن الاكتشافات الكيميائية فى ذلك الوقت لم تمل إلى قبول هذا الفرض، إلا أن الدراسات اللاحقة للعناصر خلال القرن العشرين كشفت عن أن الأنوية المختلفة لذرات العناصر الكيميائية تتركب من أعداد من أنوية الهيدروجين الأولية التى عُرفت باسم " البروتونات" ، وأن بعضاً من هذه البروتونات يفقد شحنته الأصلية الموجبة ويُصبح متعادل كهربائيا، فتُسمى حينئذ " نيوترونات" . وبهذا الكشف أصبحنا نفهم الأوزان الذرية للعناصر وفقاً لنموذج " بروت" . فذرة الأوكسجين التى تحتل الترتيب الثامن فى الجدول الدوى تتكون مثلاً من ٨ إلكترونات تدور حول نواة مكونة من ٨ بروتونات و ٨ نيوترونات، فيُصبح الوزن الذرى لها ١٦ والعدد الذرى ٨. أما ذرة اليود ووزنها الذرى ١٢٧ وعددها الذرى ٥٣، فتتكون من ٥٣ إلكتروناً تدور حول نواة مكونة من ٥٣ بروتوناً و ٧٤ نيوتروناً فى حين تتكون ذرة اليورانيوم(وزن ذرى ٢٣٨ وعدد ذرى ٩٢) من ٩٢ إلكترونا تدور حول نواة مكونة من ٩٢ بروتوناً و ١٤٦ نيوتروناً، وهكذا[١٣].

٢٩ – ٣- يبقى التصنيف الثالث للفروض العلمية من حيث كونها مما يقبل التحقيق التجريبى المباشر، أو كونها فروضاً صورية transcendental تنأى بمضمونها عما يمكن أن يخضع للإدراك الحسى. نمثل للنوع الأول بالفرض الفسيولوجى القائل بأن الجهد الشديد يؤدى إلى

(١٣)جورج جاموف : بداية بلا نهاية ، ص ص ١٥٣-١٥٦.

زيادة لا إرادية فى عمق التنفس ودرجته. إذ يمكن رد هذا الفرض إلـــى التعميم التجريبى القائل بأن الجهد الشاق يؤدى إلى زيادة فى كمية ثـــانى أكسيد الكربون فى الدم، مما يدفع بالمخ إلى إرسال إشارات معينـــة مـــن خلال القوس العصبى إلى العضلات المتحكمة فى التنفس ، فيزداد عمـــق التنفس ودرجته بهدف الحصول على قدر أكبر من الأوكسجين[١٤]. أمـــا الفرض الصورى فعلى خلاف ذلك يشير إلى كائنات واقعيـــة لا تخضـــع للإدراك الحسى المباشر، فلا يمكن ملاحظتها بالحواس أو بأدق الأجـــهزة العلمية، ومع ذلك نفترض وجودها لأنها تساعدنا على فهم ظواهر معينـــة لا يمكننا فهمها بدونها، وإن كان من الممكن التحقق منها بطريـــق غـــير مباشر، وذلك باستنتاج قضايا لازمة عن الفـــرض، يتوافـــق مضمونـــها والخبرة الحسية المباشرة[١٥]. والفرض الصورى بهذا المعنى هـــو ممـــا يميز المنهج العلمى المعاصر، أو ما يسمى المنهج الفرضى الاســـتنباطى Hypothetical deductive method، وهو المنهج الذى اتخذ أساساً لبناء النماذج منذ الربع الأخير من القرن التاسع عشر وحتى يومنا هذا. فلم يعد الفرض– كما كان الحال فى الاستقراء التقليدي[*]–مجرد خطوة تفســيرية

---

(١٤) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٤٥–١٤٦، ص ١٥٨.

(١٥) نفس المرجع ، ص ١٥٩.

(*) نعنى بالاستقراء التقليدى منهج البحث فى العلوم الطبيعية خلال الفترة من القـــرن السابع عشر وحتى الربع الأخير من القرن التاسع عشر تقريبا. ولـــهذا المنـــهج ثلاث مراحل: مرحلة الملاحظة والتجربة، ومرحلة تكوين الفـــروض، ومرحلـــة تحقيقها. وكان الفيلسوف الإنجليزى " فرنسيس بيكون" من طليعة المتحمسين لهذا المنهج فى العصر الحديث، وإن لم يخل موقفه من عثرات واضحة، لعل أشهرها رفضه المعلن لمرحلة تكوين الفروض باعتبارها نوعا من التفكـــير الأرســـطى الميتافيزيقى الذى انتقده بشدة . أما " جون ستيورات مل " فقد كان أكثر تحمســـاً من بيكون لهذا المنهج، كما أنه صحح بعض مواقفه، واتضحت لديـــه الصـــورة العامة للاستقراء بمراحله المذكورة، لا سيما مرحلتى تكوين الفروض وتحقيقها.=

تالية لخطوة الملاحظة والتجربة ، وإنما أصبح مرحلة أولى فى البحث، تتلوها مرحلة استنباط النتائج اللازمة عن هذا الفرض ووضعها موضع الاختبار. خذ مثلاً نظرية " آينشتين " فى النسبية الخاصة، بما تتضمنه من فروض كتقلص الطول وتزايد الكتلة وتمدد الزمان فى حالة السرعات الكبيرة، فضلاً عن انحناء المجال الجاذبى فى النسبية العامة، وانظر أيضا

=لكن هذه الصورة التقليدية للمنهج العلمى لم تعد مقبولة، لا من العلماء أو من فلاسفة العلم المعاصرين، فهذا " كارل همبل" مثلاً يصف الخطوة الأولى- وهى الملاحظة والتجربة- بأنها ناقصة بطبيعتها، ذلك أننا لا يمكننا إحصاء جميع الملاحظات على أية ظاهرة قيد البحث، ومن ثم فلا قيمة للبدء بجمع الملاحظات دون فرض يسبقها ويوجهها. ولعل " همبل " هنا متأثر بمقولة " كارل بوبر" أنه لا يوجد إدراك حسى خالص يخلو من التفسير، أى أن كل إدراك حسى مشحون بنظريات.

ويؤكد " فيليب فرانك " هذا التوجه فيذهب إلى أن مجرد التسجيلات القائمة على الخبرة، أياً كان وقتها وشمولها، لا يُعطينا أدنى إشارة إلى كيفية صياغة نظرية أو فرض نستطيع أن نستنبط منهما بطريقة عملية نتائج ما نسجله، وإذا حاولنا أن نضع فرضاً أو نظرية على أساس ما نسجله من مشاهدات، فسرعان ما نلاحظ أننا بدون وجود أى نظرية ، لن نعرف حتى ما يجب أن نشاهده. وتعنى هذه المواقف المعاصرة أن الفرض- وليس الملاحظة والتجربة- هو الخطوة الأولى لأى كشف علمى، لكن ذلك لا يعنى أنه يبدأ من فراغ، فإما أن تسبقه تعميمات وصلنا إليها بالاستقراء لكنها لازالت فى حاجة إلى مزيد من التفسير، وإما أن تُواكبه حركة بعث حسى للأفكار، يُسميها البعض تلميحات الطبيعة The hints of nature .

لمزيد من التفاصيل انظر :

- محمود فهمى زيدان: الاستقراء والمنهج العلمى، ص ص ٤١ وما بعدها.
- محمود فهمى زيدان: مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ص ٢٩ وما بعدها.
- فيليب فرانك: فلسفة العلم، ص ص ٢٣ وما بعدها.
- Copi, Irving M. : introduction to logic , Macmillan Pub. Co., inc, N.Y. & Collier Macmillan Publishers , London , 1982, Part three .

إلى نظرية الكمّ بما تنطوى عليه من فروض عن مستويات الطاقة وقفزات الإلكترون وموجات المادة.. الخ ، فليست هذه وتلك مما يمكن أن نسميه فروضاً مشتقة من التجربة، أو قابلة للتحقيق التجريبى المباشر، لكنها فى الحقيقة سلسلة من الحدوس العقلية الخالصة، ذات طابع رياضى استنباطى مجرد. أو بعبارة أخرى هى مقدمات لنتائج يمكن التحقق منها بطريق غير مباشر، لكنها ليست نتائج لمقدمات تجريبية. وكما كتب باحث معاصر: "إن الفيزيائى المهتم بالبنية الأساسية للمادة فى هذا القرن (القرن العشرين) يتعامل مع إشعاعات لا يستطيع أن يراها، ومع قوى لا يستطيع أن يشعر بها ، ومع جسيمات لا يستطيع أن يلمسها"(١٦).

على أن ذلك لا يعنى أن الفروض الصورية وقفٌ على الحقبة المعاصرة، بل لقد استخدمها من قبل كثير من علماء الحقبة الحديثة، وما كان " نيوتن " مثلاً ليصل إلى قوانين الحركة أو إلى قانونه العام فى الجاذبية دون استخدام تلك الفروض، حتى وإن أنكر ذلك. يُعبر " آينشتين" عن ذلك فيقول: " لقد كان " نيوتن "- وهو أول من أبدع مذهباً شاملاً قابلاً للتطبيق ومناسباً للفيزياء النظرية- لا يزال يظن أن التصورات والقوانين الأساسية لمذهبه اشتقت من التجربة، وهذا هو لا شك معنى قوله " إنى لا أفترض فروضاً ". وفى الواقع لم يقم فى تلك الأيام أى إشكال حول تصورات المكان والزمان. وكانت تصورات الكتلة والقصور والقوة، وكذلك القوانين التى تربط بينها، تبدو كما لو كانت نقلاً مباشراً عن التجربة. ومادمنا نسلم بهذا الأساس فإن التعبير عن قوة الجاذبية يبدو كما لو كان مما يمكن اشتقاقه من التجربة، وكان معقولاً أن نتوقع أن يكون

(16) Smith , L. : " The Bevatron" , Scientific American , Vol. 184, No. 2, February 1951, Quoted by Copi , OP. Cit, P. 471 .

الأمر على هذا النحو بالنسبة للقوى الأخرى. لكننا نستطيع حقاً أن نستدل من طريقة صياغة " نيوتن " لتصور المكان المطلق الذى يتضمن تصور الكون المطلق أنه كان يُحس بالقلق من ناحية ما انتهى إليه.فقد كان مقتنعاً تمام الاقتناع أنه لا يوجد فى دنيا التجربة ما يُقابل هذا التصور الأخير ولم يكن أيضاً مرتاحاً لفكرة التأثير عن بُعد. لكن النجاح العملى الساحق لنظريته هو الذى حال بينه فى الغالب- ومعه كل علماء الفيزياء النظرية فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر- وبين الاهتداء إلى الطابع التخيلى لأسس مذهبه. ولم ندرك بوضوح خطأ هذه الفكرة إلا بمجئ نظرية النسبية العامة "(١٧).

ولعل فى هذا القول لأبرز علماء القرن العشرين ما يُوضح الطابع العقلى الخيالى لأهم نماذج العلم، وهو ما يدفعنا إلى البحث فى كيفية بناء النماذج .

ثانيا : دور الخيال والحدس فى بناء النماذج الفرضية:

٣٠ – كيف نصل إلى الاكتشافات العلمية ؟ وهل يعتمد العلماء فى بناء نماذجهم على الاستقراء ، أم على الاستنباط المنطقى ، أم على نوع من الخيال imagination أو الحدس intuition ؟. الحق أننا لا نجد إجابة واضحة عن هذا السؤال يتفق عليها العلماء عبر تاريخ العلم . فمن العلماء- كنيوتن مثلاً- من يجيبك قائلاً: بالاستقراء من الحقائق المشاهدة. فإذا لاحظ العالم أن نفس النتيجة تظهر فى كثير من الحالات، فسوف يستخلص من ذلك أن نفس النتيجة سوف تظهر دائماً. لكن الاستقراء- فيما يشير فيليب فرانك- ليس بهذه البساطة. فنحن لا نكاد نستطيع أن نصنع به طريقة لإيجاد مبدأ عام مثل مبدأ الجاذبية. ولعلنا نذكر جميعاً

---

(١٧) أينشتين : أفكار وآراء ، ص ٦٠ .

قصة " نيوتن " ذاته ، وكيف أنه اهتدى إلى نظريته العامة فى الجاذبية بقفزة حدسية حين سقطت تفاحة فوق رأسه(١٨).

من العلماء أيضا من يدعو إلى التمسك بالاستدلال العقلى المنطقى كوسيلة فعالة للكشف العلمى. لكن الاستدلال المنطقى- رغم أهميته- لا يأتى إلا فى مرحلة تالية لوضع الفرض أو النموذج،إذ نهدف به إلى تنظيم الآراء والأفكار واستنباط ما يلزم عنها من نتائج. ومن ثم فليس هو العامل الحاسم والجوهرى فى الوصول إلى أى كشف علمى. ولو كان كذلك لأمكن للبشرية أن تصل إلى ما وصلت إليه الآن من إنجازات وكشوف جديدة منذ زمن بعيد(١٩) .

لم يبق إذن إلا الخيال والحدس كمستودع دائم للنماذج والأفكار الجديدة . تلك هى النتيجة اللازمة عن دراسة أعمال العلماء واكتشافاتهم العلمية، وإن جاءت أقوالهم مخالفة لذلك. ولذا ينصحنا " آينشتين " قائلا : " إذا كنت تريد أن تتعلم شيئا من علماء الفيزياء النظرية عن منهج عملهم، فإننى أقترح عليك ألا تلق بالا إلى ما يقولون، بل كن حريصاً بدلا من ذلك على رصد ما يفعلون ، وراقبه عن كثب. والسر فى ذلك بسيط جداً: أن أصحاب الإبداع والخلق الفكرى يأبون التسليم بأن بنات أفكارهم ليست إلا مجرد ابتكار واختراع من عقولهم.إنهم لفرط إحساسهم بضرورة هذه الابتكارات ، ولأنهم يرونها طبيعية تماما، يعتبرونها حقائق قائمة بذاتها" (٢٠).

---

(١٨) فيليب فرانك: فلسفة العلم، ص ٦٨.

(١٩) ماهر عبد القادر محمد : فلسفة العلوم- المنطق الإستقرائى، (دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية) ، ١٩٩١ ، ص ٦٣.

(٢٠) آينشتين : أفكار وآراء ، ص ٥٨ .

على أن قولنا بالخيال أو الحدس كوسيلة أساسية للكشف العلمـــى لا يعنى انتفاء الدور الثابت لكل من الإدراك الحسى والتفكير العقلى المنطقى فى عملية بناء النماذج. أعنى للمثير أو الباعث التجريبى الأوّلى الذى يدفع بالعالم إلى إكتشاف نموذجه ، ثم للاستدلال العقلى المنطقى الهادف إلـــى استنباط النتائج، وأخيرا لعملية الاختبار التجريبى لتلك النتائج. ولولا ذلـك لما استطعنا تمييز النماذج العلمية عن غير العلمية، ومن ثم التمييز مثـــلا بين علم الفلك astronomy والتنجيم astrology، أو بيـــن علـــم الطـــب medical science والدجل witchcraft ، وهكذا[21].

وربما يذهب البعض إلى أن الكشف العلمى أقرب ما يكـــون إلـــى العمل الفنى، فكلاهما عملية تركيبية محورها الخيال[22]، أو بعبارة أخرى، كلاهما مسرحية صور، تُنمذج شيئاً مخبوءً يؤرقنا. فإذا ما دلفنا مثلا مـــن بوابة الذرة، دخلنا فى عالم لا تستطيع حواسنا أن تكتشفه. عـــالم تحكمـــه هندسة جديدة، طريقة فى تجميع الأشياء لا يمكننا أن نعرفـــها. كـــل مـــا نستطيعه هو محاولة تخيلها بالقياس، أو نمذجتها بعملية تصور جديدة[23]، وهذا بعينه هو ما يلجأ إليه المصور أو الشاعر، بل والفيلسوف المتـــأمل، كل على طريقته. لكن الوظيفة التركيبية لخيال العالم تختلف بلا شك عـــن تلك التى نجدها لدى الفنان، ذلك أن أول ما يتسم به خيـــال العـــالم، أنـــه علمى،وله منطق لا يمكن أن ينحرف بصاحبـــه عـــن وضـــع الأشـــياء

(21) See Norris , Christopher : Resources of Realism , Prospects for "Post- Analytic" Philosophy , S.T. Martin's Press , INC , N.Y., 1997, P. 155.

(22) Morris, R. : Dismantling the universe , The nature of scientific discovery, P. 65.

(٢٣) جاكوب برونوفسكى : التطور الحضارى للإنسان ، ص ٢٠٧ .

وصورها، وقوانين حركتها، كما هو مألوف فى عالم الواقع،أو بعبارة أدق كما يمكن أن يكون عليه فى عالم الواقع(٢٤).

٣١ –ولا شك أن من أشد التساؤلات صعوبة أمام العالم المتخصص هو ذلك التساؤل عن مبررات لجوئه إلى تلك العناصر الخيالية التى يحتويها نسقه التفسيرى، لا سيما وأنها ليست مما يقبل التحقيق التجريبى المباشر. ربما أمكن للعالم- إذا كان نموذجه ناجحاً- أن يجيب ببساطة : لأنها تعمل because it works .لكن الطابع الخيالى المحض لتلك العناصر ، فضلا عن تعدد الخيارات فى عالم الخيال اللامتناهى،وصعوبة تحديد الملائم منها فى تلك المرحلة، كل ذلك يفرض سؤالاً آخر عن أسباب تفضيل خيار على آخر. هنا يبدأ العالم فى استخدام كلمات مثل "الجمال " ، و" التناسق" ، و" الأناقة الرياضية" ،كمقومات لبساطة النموذج وجاذبيته، تلك التى تعنى مبدئياً- وسيكولوجياً- نجاحه فى تحقيق الهدف الذى بُنى من أجله(٢٥).

خذ مثلا فكر " المجال " Field التى أثبتت نجاحا ملحوظا فى الفيزياء والهندسة رغم كونها فكرة تجريدية(*). فنحن لا نستطيع أن نرى

---

(٢٤) ماهر عبد القادر محمد : المنطق الاستقرائى ، ص ص ٦٦- ٦٧.

(25) Davies , P. : Superforce , PP. 66-67 .

(*) بدأت فكرة المجال فى الفيزياء بمحاولة الفيزيائى الإنجليزى " ميشيل فاراداى" M.Faraday(١٧٩١-١٨٦٧) تفسير طبيعة الاتصال التجاذبى بين النقاط المادية، تلك التى وقف " نيوتن " أمام غموضها حائراً فعبر عنها بمصطلح أشد غموضاً هو " التأثير عن بعد " Action at distance". إقترح " فاراداى" تفسيراً لذلك وجود " هالة لا مرئية " invisible halo من التأثيرات الناجمة عن المادة، والممتدة خلال المكان بين الأجسام المختلفة. هذه الهالة من التأثيرات يمكن الاقتناع بوجودها إذا تصورنا المغناطيس أو الشحنة الكهربائية المتحركة كأخطبوط ضخم له زوائد عديدة يرسلها فى كل الاتجاهات. وعن طريق هذه الزوائد، التى أطلق=

أو نلمس مجالا كهرومغناطيسيا. إننا نفترض فقط أنه موجود بتأثيره على الشحنات الكهربائية المختلفة. ومن ثم فإن ما نتعامل معه بالفعل هو تفاعل بين تلك الشحنات. ولكن إذا كانت هذه الأخيرة مما يمن إدراكه حسيا ، فلم إذن نحتاج إلى تصور المجال ؟ . ألا يمكننا أن نتحدث فقط عما يمكن أن نراه أو نلمسه دون اللجوء إلى فكرة رياضية مبعثها الخيال؟ . ربما أمكن لنا ذلك ، لكن الفارق هنا هو ما يحمله النسق الناتج من غموض وتعقيد يؤرق العالم المتخصص قبل الإنسان العادى. ولا مخرج لنا من هذا الغموض وذاك التعقيد إلا بتلك الفكرة الرياضية التى بدت لماكسويل – ومن بعده آينشتين– أكثر أناقة، وأكثر توافقا ، وأكثر إيعازا من نسق عينى يتجاهلها. فإذا ما أصبح النموذج ناجحاً، بات من الممكن أن نألفه، حتى ليتعذر التمييز بين المجرد والعينى،الخيالي والحقيقى، الممكن والواقعى[٢٦].

=عليها " فاراداى " اسم " خطوط القوة " ، يستطيع الجسم المادى أن يقوم بعملية الجذب والتنافر. ولم يأخذ هذا الاقتراح شكله الرياضى اللازم لأية نظرية فيزيائية إلا حين وجه الفيزيائى الاسكتلندى " جيمس كليرك ماكسويل " J.K. Maxwell (١٨٣١-١٨٧٩) اهتمامه الشديد لآراء " فاراداى" فصاغ هذه الآراء فى أربع معادلات تفاضلية جزئية ، تصف سلوك القوى الكهربائية والمغناطيسية الناجمة عن الشحنات والتيارات الموجودة فى النظام الفيزيائى فى جميع الظروف المقبولة تقريبا. وبهذا الشكل الرياضى، يمكن تعريف المجال بصفة عامة بأنه الشكل الأكثر نقاءً لخطوط القوة التى اقترحها " فاراداى " .

لمزيد من التفاصيل، انظر :

- صلاح عثمان: الاتصال واللاتناهى بين العلم والفلسفة ، ص ص ١٧٤ وما بعدها.
- بانيش هوفمان: قصة الكم المثيرة ، ص ص ١١ وما بعدها.
- Lucas, J. R. : Space , Time , and Causality , The clarendon press, Oxford, 1985, PP. 176 FF.

(26) Davies, Op. Cit, P. 67 .

خذ أيضا تصور الطاقة Energy. فمما لا شك فيه أنه تصور عقلى مجرد، تنبع جاذبيته من ذلك القانون القائل بـأن " الطاقـة لا تفنـى ولا تستحدث من عدم ". ومع ذلك ، ما هى الطاقة؟. هل تراها أو تلمسها؟ إننا حين نضع ثِقلاً ما فوق حامل، نكون قد بذلنا قدراً مـن الشـغل لرفعـه، وحينئذ نقول أننا قد بددنا قدراً من الطاقة. ومع أننا نستطيع أن نرى إجهاد العضلات لرافع الثقل، ويمكن أن نتخيل أيضاً أننا نلاحظ بالفعل هذا القدر المبدد من الطاقة بتأثيره فى عضلاته المنتفخة وفيما يبدو على وجهـه، إلا أن القانون السابق يؤكد لنا أن الطاقة لا تزال هناك بكيفية ما، فأين ذهبت الطاقة ؟ يجيب عالم الفيزياء بأن الطاقة أصبحت مختزنة فى الوزن. وهذا هو التصور المراوغ: الطاقة الكامنة Potential energy .

إن الطاقة لازالت هناك حقاً ، وإن كنا لا نراها. فـإذا مـا أردنـا استردادها ، كان علينا أن نسحب الحامل من تحت الثقل، فيهوى الأخـير مصطدماً بالأرض أو محطماً. حينئذ ندرك أن الطاقة المختزنة قد أطلقت. ما الطاقة إذن إلا تصور خيالى ومجرد، مع أنها أصبحت جزءً هاماً مـن مفرداتنا اليومية المألوفة . وقس على ذلك كافة نماذج العلم المجردة التـى أثبتت نجاحاً ملحوظاً ، فأصبحنا نألفها كما نألف العينى ، حتى ولو كـان نجاحا مرحليا يفرضه تطور العلم وديناميكيته(٢٧).

(27) Ibid, P. 68 , and see also , Jacob , Francois: The possible and the actual , university of Washington press, Seattle and London , 1982, Passim .

الفصل الثامن

معايير قبول النموذج

٣٢ – المرحلة الثانية من مراحل بناء النموذج العلمى هى مرحلة الفحص والاختبار . أعنى مرحلة الوقوف على مدى أحقية الفرض أو النموذج بالقبول ، ومن ثم اعتماده كقانون أو نظرية . وقد يشكك البعض فى أهمية هذه المرحلة متسائلين . إذا كان الفرض أو النموذج فعلاً من أفعال الخيال أو الحدس، وكان هذان الأخيران مصدرين مباشرين للإبداع، فما حاجتنا إذن إلى فحص النموذج واختباره ؟

هنا ينبغى أن نشير إلى النقاط التالية :

٣٢ – ١ – أن الخيال والحدس ليسا دائماً مصدرين للإبداع، وإن كانت إبداعاتنا المختلفة ترجع إليهما بالضرورة. فاللوحات الفنية مثلاً، وكذلك الأشعار والألحان وغيرها ، منها ما يتسم بالإبداع ،ومنها ما نصفه بالرداءة ، وإن كانت جميعها وليدة الخيال أو الحدس. كذلك الحال بالنسبة للنماذج العلمية، فمنها ما يكون حلاً ناجعا لمشكلة تؤرقنا، ومنها ما نظنه كذلك لكنه لا يصمد أمام الشواهد التجريبية وشروط العقل والمنطق. ولا يمكننا التمييز بين الجيد والردئ إلا بمرحلة الفحص والاختبار، وذلك بما تكشف عنه من تمثيلات موجبة أو سالبة تستدعى قبول النموذج أو رفضه أو تطويره .

٣٢ –٢– وإذا كنا نصل إلى النماذج العلمية بالخيال أو الحدس، فمعنى ذلك أنها ليست خلقاً حراً للعقل البشرى– كما قد نفهم من عبارة "آينشتين " السابقة (ف٣٠)– فنحن لا نخترعها أو نؤلفها،وإنما نكتشفها

بفعل عقلى مباشر. وهو ما يعنى أيضا أن لتلك النماذج عالمها الخـــاص والمستقل عن عالم الحس المادى الفيزيائى من جهة، وعـــالم الخــبرات الشعورية من جهة أخرى. ذلك هو عالم المثل عند " أفلاطون " ، أو عالم الحقائق الأزلية عند " ليبنتز " ، أو عالم المعانى عند " فريجه " ، أو العالم الثالث عند " بوبر " ، أو غير ذلك من أسماء تعبر عن واقعية هذا العــالم المفارق(*).ولا تقف محتويات هذا العالم عند حدود النماذج العلمية بأبعادها المختلفة، بل يحوى أيضا كافة الأفكار والماهيات والمعانى الكلية المجردة فى شتى مجالات المعرفة الإنسانية. ولا يميز العلمى عن غــير العلمــى منها، أو ما يبدو متسقا عما هو دونه إلا مرحلة الفحص والاختبار.

٣٢ -٣- فإذا ما أردنا تبرير التطور الملاحق للنماذج العلميـــة، أو بعبارة أخرى تبرير التعدد والاختلاف بين نماذج الشئ الواحد عبر تاريخ العلم، كان علينا القول بنسبية الرؤى المباشرة لمحتويـــات هــذا العــالم المفارق، وهى نسبية يحكمها موقع الرائى فى مسيرة التقدم العلمى، ومــا توافر له من إمكانات وأدوات عقلية وتجريبية تثير حدسه أو خياله. فمـــا توافر لأرسطو مثلا حين فسر الجاذبية بأنها نزوع الأشياء نحو أماكنـــها الطبيعية ، لم يرق إلى ما توافر لنيوتن حين نظر إليها كمجموعة قـــوى يمكنها التأثير من بعد . وما توافر لنيوتن فى العصر الحديث لم يرق إلــى ما توافر لآينشتين فى القرن العشرين حين جعل من الجاذبية مجرد انحناء

(*) لمزيد من التفاصيل عن النزعـــة الواقعيـــة Realism بمعناهـــا الأفلاطونـــى ، وتطورها فى الفكر الحديث والمعاصر، انظر كتابنا: الاتصال واللاتنـــاهى بيـــن العلم والفلسفة ، ص ص ٢٩٢ وما بعدها ، وأيضا :

Cassirer, Ernst : Sabstance and Fanction & Einstein's theory of relativity, Both books bound as one , Dover publications , Inc, N.Y, 1953, PP.312 FF.

أو تشويه فى متصل الزمان- مكان بفعل كثافة المادة ، وهكذا .

٣٣- ومع أننا لا نجد اتفاقاً بين العلماء أو بين فلاسفة العلم حـــول شروط أو معايير بعينها لقبول النموذج العلمى، إلا أننا يمكن أن نجملـــها فى خمسة معايير ، وهى (٢٨):

١ - الملائمة أو السداد Relevance، بمعنى ملائمة النمـــوذج لموضـــوع التفسير وارتباطه به .

٢ - القابلية للاختبار Testability.

٣ - التوافق مع النماذج التى تم إثباتها بدقة أو تم قبولها بالفعل، وهو مـــا يعرف بالارتباط النظري Coherence.

٤ - القوة التفسيرية أو التنبؤية للنمـــوذج Predictive or explanatory power.

٥ - البساطة Simplicity .

وقد تحدثنا عن بعض هذه المعايير فـــى مواضـــع متفرقـــة مـــن الصفحات السابقة، ولكن لا بأس من إعادة إيجازها ومناقشتها فى النقـــاط التالية:

أولا : ملائمة النموذج لموضوع التفسير :

٣٣ - ١- ليس هناك نموذج مقترح لذاته، ولكنـــه يقـــترح دائمـــا كتفسير لواقعة أو لأخرى ، ومن ثم يجب أن يكون النموذج ملائما للواقعة المراد تفسيرها. بمعنى أن هذه الواقعة ينبغى أن تكون قابلة للاستنباط من النموذج المقترح- إما منه بمفرده ، أو منه بالاشتراك مع نماذج أخـــرى

---

(28) Copi : Introduction to Logic , P. 471.

سابقة ذات درجة عالية من الاحتمال، أو من هذه جميعا بالإضافة إلى مجموعة من الشروط الابتدائية للواقعة موضع البحث(٢٩). ذلك هو المعيار الأول لقبول النموذج العلمى، أو لتفضيل نموذج على آخر. فما كنا مثلا لنفضل نموذج " آينشتين " فى الجاذبية على سلفه النيوتونى لولا ملائمة الأول لعدد أكبر من الوقائع، لا سيما واقعة التغير فى الحضيض الشمس للكوكب "عطارد"(*)، والتى أمكن استنباطها منه على نحو دقيق، فى حين عجز نموذج "نيوتن" عن احتوائها وتفسيرها بنفس القدر من الدقة.

ثانيا: القابلية للاختبار :

٣٣ – ٢–ونعنى بها إمكانية تأكيد النموذج أو تفنيده بملاحظات وتجارب عينية.وقد سبق لنا تعريف النموذج الفرضى بأنه رأى أو اقتراح مشروط بقابليته للاختبار (فـ٢٨) ، ومن ثم تصبح هذه الأخيرة معياراً أساسياً لقبول النموذج أو رفضه. حقاً أن معظم النماذج العلمية تنطوى على كيانات صورية تستعصى على التجربة، كالإلكترونات، والفوتونات، والموجات الكهرومغناطيسية، ...الخ، إلا أننا نستطرد فنقول : يكفى أن تكون " نتائج" النموذج قابلة للاختبار(٣٠).

---

(29) Ibid.

(*) يدور " عطارد" – وهو أقرب الكواكب إلى الشمس– فى مدار إهليلجى واضح، بحيث تقع الشمس فى إحدى بؤرتيه ، لكن الحضيض الشمسى له – أى النقطة التى يكون فيها أقرب ما يكون إلى الشمس– لا يبقى ثابتا فى الفضاء، وإنما ينتقل ببطئ بمقدار ٤٣ ثانية كل قرن. وعلى حين فشل نموذج " نيوتن " فى تفسير ذلك السلوك الشاذ فى حركة الكوكب، فقد أمكن تفسيره بدقة من خلال نموذج "أينشتين" .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهى ، ص ص ٢٠٦ وما بعدها .

(30) Loc. Cit.

وبما أنـــه من المؤكد أننا لا يمكن أن ندقق كل النتـــائج بواســطة التجربة، فالأحرى بنا أن نقول أن النموذج يمكن قبوله إذا لـــم تتعـــارض إحدى نتائجه مع التجربة، بشرط أن يكون عدد الاختبارات كبيراً بما فيــه الكفاية، فضلاً عن تنوعها واختلافها. ومن الطبيعى فى هـــذه الحالـــة أن نضيف إلى نتائج النموذج عدداً من "التعريفات التشغيلية " التى تربط بيــن النصوص المتعلقة بالرموز الأساسية للنموذج وتلك التى تتعلق بالوقـــائع المرئية . وطبقا للنظرية الإحصائية للاحتمالات فإن ذلك يعنى أن النموذج المقبول هو ذلك الذى يبدى اتفاقاً مع الوقائع المرئية أكـــبر ممـــا تبديــه النماذج الأخرى[٣١].

ثالثا: الارتباط النظرى :

٣٣- ٣ -ولابد من اعتبار الارتباط النظرى معيـــارا هامـــا مـــن معايير قبول النموذج، ذلك أن بعض النماذج تقبل ، لا لشئ إلا لأنها تلزم عن نماذج سابقة تم إثباتها بدقة أو تم قبولها على أسس أخرى. فإذا تقدمنا مثلاً بنموذجين يفسران الوقائع على حد سواء، وكلاهما مدعـــم بشـــواهد تجريبية ملائمة، فإننا نقبل أحدهما أكثر من الآخر إذا كان " متفقاً " مـــع إطار تفسيرى أرحب نعمل به بالفعل .

ويعنى " الاتفاق " هنا ألا يكون هناك تناقض بين نتـــائج النمـــوذج ونتائج ما سبق أن قبلناه من نماذج فى إطار العلم ذاته[٣٢]. وبعبارة أخرى نستطيع القول أن العلم فى سعيه إلى الإحاطة بمزيد من الوقائع إنما يهدف إلى إنجاز نسق من النماذج التفسيرية، ومثل هذا النسق ينبغى بـــالطبع أن يكون متسقاً فى ذاته، وإلا فقدنا شرطاً منطقياً هاماً مـــن شـــروط بنـــاء

---

(٣١) فيليب فرانك : فلسفة العلم ، ص ص ٤٢١-٤٢٢.

(32) Barbet : Mastering Philosophy OP. Cit, P. 245.

المعرفة العلمية، ألا وهى كونها فى جملتها تمثل نسقاً مترابطـــاً يـؤدى السابق فيه إلى اللاحق . وهكذا فإن فرض " لوفرييه " القـــائل بـــاحتواء المجموعة الشمسية على كوكب آخر غفلت عنه الحسابات الفلكية- هـــو الكوكب " نبتون " -كان متسقاً تماماً مع المادة الرئيسية لنموذج " نيوتـــن" فى الجاذبية، وتلك هى الطريقة المثلى للتقدم العلمى(٣٣).

وكما أشرنا من قبل (ف ٤،٥) فإن بعض النماذج الجديدة فى العلم، وإن بدت فى ظاهرها مفتقرة لشرط اتساق- ومن ثم اتصـــال- المعرفـــة العلمية وتدريجيتها، إلا أن الباطن يوحى بعكس ذلك.

حقا لقد أدى مثلاً نموذج النسبية لأينشتين إلى تغيير فـــى النظـــرة النيوتونية السائدة لعمليات الطبيعة، إلا أن آينشتين نفسه أصر دائماً علـــى أن نموذجه كان تعديلاً لنموذج نيوتن أكثر منه رفضاً له. كما أن ظـــاهرة النشاط الإشعاعى radioactivity،والتى أدركناها من خلال التحلل الذاتـــى لذرات بعض العناصر المشعة كعنصر " الراديوم" ، حملت فى ظاهرهـــا رفضاً لمبدأ بقاء المادة conservation of matter – حيث المادة لا تفنـــى ولا تستحدث من عدم- إلا أن هذا المبدأ تم تعديله إلى آخر أكثر شـــمولاً هو مبدأ بقاء طاقة الكتلة conservation of mass-energy(٣٤).

هذه الأمثلة وغيرها إن دلت على شئ فإنما تدل علـــى أن تحديـــد النقطة التى يتم عندها قبول النموذج لارتباطه النظرى مع ما ســـبق مـــن نماذج، لا يقل صعوبة عن تحديد النقطة التى يتم عندها رفضـــه بزعـــم افتقاره لهذه السمة، الأمر الذى يؤكد أهمية المعايير الأخرى، بل وأسبقيتها أحيانا فى تفضيل نموذج على آخر .

---

(33) Copi : Op. Cit, P. 472.

(34) Ibid.

رابعا: القوة التفسيرية أو التنبؤية :

٣٣ - ٤- التفسير والتنبؤ يمثلان خاصيتين أساسيتين من خصائص النموذج العلمى (ف٨) ، وإن كان تماثلهما- شكلياً على الأقل(*)-يُسوغ لنا جمعهما فى معيار واحد من معايير قبول النموذج. ولا يختلف هذا المعيار كثيراً عن معيار القابلية للاختبار (ف ٣٣-٢) ، بل يُعد فى الحقيقة امتداداً له. فالنموذج يكون قابلاً للاختبار إذا أمكن لنا أن نستنبط منه نتائج تقبل الإدراك العينى، أو ما نسميه " الوقائع المرئية" . ومن جهة أخرى إذا كان لدينا نموذجان وأردنا المفاضلة بينهما، فإننا نقبل أحدهما أكثر من الآخر إذا أمكن لنا أن نستنبط منه عدداً أكبر من الوقائع المرئية، إذ نقول حينئذ أن له قوة تفسيرية أو تنبؤية أكبر .وعلى هذا النحو يمكننا القول أن نموذج " نيوتن " فى الجاذبية-مرتبطاً بقوانينه الثلاث عن الحركة- له قوة تفسيرية أو تنبؤية أكبر من نموذجى " كبلر " و " جاليليو " ، لأن كل النتائج القابلة للملاحظة لهذين الأخيرين هى بالمثل نتائج لنموذج " نيوتن"، فضلاً عما يتيحه النموذج " النيوتونى" من تفسير لحالات أخرى ومتنوعة من الحركة، مثل ذبذبة بندول ساعة الحائط، وحركة القمر حول الأرض، ودوران الكواكب خول الشمس ، ودوران المذنبات comets والأقمار الصناعية ، وحركات النجوم المزدوجة double stars أحدهما حول

(*) يتشابه بناء التفسير والتنبؤ من حيث الشكل الصورى على الأقل ، إذ يتعلق الفارق الوحيد بينهما بالوقت الذى يحدث فيه التفسير أو التنبؤ ، فإذا استنتجنا وصفاً لحادث قبل وقوعه كان ذلك تنبؤاً بالحادث ، وإذا استنتجنا وصفاً لحادث بعد وقوعه، كان ذلك تفسيراً، فالعامل المتغير هنا لا يخرج عن "زمن" إصدار الحكم التفسيرى أو التنبؤى.

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

كارل لامبرت وجوردن بريتان: مدخل إلى فلسفة العلوم، ص ص ٥٦ وما بعدها.

الآخر ، وهكذا[٣٥].

ومن الطبيعى أن يلجأ العلماء فى تأكيد القوة التفسيرية والتنبؤية للنموذج- ومن ثم قبوله أو رفضه- إلى إتباع عدد من القواعد المنطقية الشائعة، سواء أكان ذلك عن وعى بشروط دقة وسلامة الاستنباط الصحيح أو عن جهل بها، الأمر الذى يؤكد أهمية الدور الذى يقوم به عالم المنطق أو فيلسوف العلم فى رسم الصورة العامة للمنهج العلمى بدقائقها المختلفة.نعرض الآن لنموذجين من هذه القواعد، إحداهما صحيحة والأخرى فاسدة منطقيا ، وهو ما توضحه لنا قوائم الصدق الرمزية المعاصرة .

أ – تأخذ هذه القاعدة صيغة قياس شرطى حملى استثنائى متصل (صورى الرفع بالرفع Tollend tollens) ، وبيانها كالتالي :

إذا صدق النموذج (ن) صدقت بالتالى النتيجة اللازمة عنه (ج)

لكن النتيجة اللازمة عنه (ج) كاذبة

∴ النموذج (ن) كاذب

نستعين بهذه القاعدة لنقرر أن فرضاً ما- أو نموذج - يكذب إذا وجدنا حالة سلبية تتعارض معه ، أى إذا استنتجنا نتيجة للنموذج ولم نجدها مطابقة للواقع. والأمثلة على تطبيق هذه القاعدة كثيرة فى تاريخ العلوم، لعل أشهرها قصة الخلاف بين نموذجى كل من " نيوتن " و"هايجبنز" حول طبيعة الضوء (ف٣) . قال " نيوتن " أن الضوء مؤلف من جسيمات،فى حين ذهب " هايجبنز" إلى أن قوام الضوء موجات مرنة.

---

(35) Ibid , P. 473.

وأيضا محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ص ٥٠-٥١.

ومع تقديم كل منهما لما يدعم وجهة نظره من شواهد تجريبية، لوحظ أن الخلاف الكمى الوحيد بينهما هو مقدار سرعة انتشار الضوء خلال الماء. فطبقا للنموذج الجسيمى ينتقل الضوء خلال الماء بسرعة أكبر من سرعة انتقاله خلال الهواء (بسبب زيادة التجاذب المتبادل بين الجسيمات فى الوسط الأكثر كثافة) ، أما النموذج الموجى فيقضى بأن سرعة انتقال الضوء فى الماء أقل منها فى الهواء. ومع منتصف القرن التاسع عشر تقريبا استطاع الفيزيائى الفرنسى " ليون فوكوه" L. Focault (١٨١٩-١٨٦٨) إجراء التجربة الحاسمة للفصل بين النموذجين، وأثبت " فوكوه" أن الضوء ينتقل فى الماء بسرعة أقل من سرعة انتقاله فى الهواء، بل وبنفس القدر الذى قال به " هايجنز"[٣٦]. وهكذا يمكن صياغة تكذيب النموذج الجسيمى لنيوتن طبقا لقاعدتنا كما يلى[٣٧]:

إذا صح نموذج نيوتن عن الطبيعة الجسيمة للضوء، نتج عنه أن الضوء ينتشر فى الوسط الأكثر كثافة (الماء) أسرع من انتشاره فى الوسط الأقل كثافة (الهواء) ، لكن الضوء ينتشر فى الوسط الأقل كثافة أسرع منه فى الوسط الأكثر كثافة . إذن نموذج نيوتن كاذب.

ونضع هذا القياس فى صيغة دالة رمزية بلغة نظرية حساب القضايا فنقول :

[(ق ⊃ ل) . ~ ل] ⊃ ~ ق .

حيث تعبر دالة اللزوم الأولى (ق ⊃ ل) عن مقدمة القياس الكبرى، فى حين يربط ثابت الوصل (.) بين المقدمتين : الكبرى،

---

(٣٦) انظر : محمود فهمى زيدان: المرجع السابق، ص ص ٤٥ وما بعدها.

وأيضا : صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهى ، ص ص ١٦٨ وما بعدها.

(٣٧) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق ، ص ٤٨ .

والصغرى (~ ل)، أما ثابت اللزوم الثانى– وهو الثابت الرئيسى فى الدالة فيعبر عن الانتقال من المقدمتين إلى النتيجة (~ ق) .

ونتحقق من صدق هذه الدالة بقائمة الصدق التالية :

[(ق	⊃	ل)	.	~ ل]	⊃ (الثابت الرئيسي)	~ ق
ص	ص	ص	ك	ك	ص	ك
ص	ك	ك	ك	ص	ص	ك
ك	ص	ص	ك	ك	ص	ص
ك	ص	ك	ص	ص	ص	ص

جاءت كل القيم تحت الثابت الرئيسي صادقة، ومن ثـــم فالقيــاس صحيح ومنتج، وقد توصلنا إلى نفى المقدمة الصغرى بالاســتقراء مــن التجربة، وبالتالى جاءت النتيجة منفية . لكن ينبغى أن نلاحظ أن وجـــود حالة استقرائية سالبة تتعارض مع النموذج لا يكفى بمفرده لتكذيبه، اللــهم إلا إذا كان لدينا نموذج آخر يتفق مع تلك الواقعة السالبة، وهو فى هـــذه الحالة نموذج " هايجينز" . كما نلاحظ – مـــن منظـــور تـــاريخى – أن الخلاف بين النموذجين السابقين لم يقف عند حدود التجربة الحاسمة التـــى قام بها " فوكوه " ، بل لقد عاد أيضا وبقوة مع ظهور نظرية " الكم " لـــ ماكس بلانك ، حتى ثبت أن الضوء ما هو إلا " كمات " صغيرة تعـــرف بـــ الفوتونات Photons ، تعبر عن نفسها أحيانا كجسيمات، وأحيانـــا أخرى كموجات، وهو ما عرف بثنائية الموجة – الجسيم (٣٨).

(٣٨) راجع كتابنا : الاتصال واللاتناهى ، ص ص ٢١٩ وما بعدها.

ب- أما القاعدة الثانية فتأخذ أيضا صيغة قياس شرطى حملى استثنائى متصل (ولكن صورة الوضع بالوضع Ponendo Ponens) ويحكم المنطق بفساد هذه الصيغة إذا أخذت الصورة المعروفة بأغلوطة إثبات التالى Fallacy of affirming the consequent وبيانها كالتالى:

إذا صدق النموذج (ن) نتج عنه حدوث وقائع معينة نعبر عنها بالقضية (ق) ، لكن القضية (ق) صادقة، إذن النموذج (ن) صادق.

ونضع هذا القياس فى صيغة دالة بلغة نظرية حساب القضايا، ونبرهن عليه بقائمة صدق كما يلى :

الثابت الرئيسي

[(ق	⊃	ل)	.	ل]	⊃	ق
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ص	ك	ك	ك	ك	ص	ص
ك	ص	ص	ص	ص	ك	ك
ك	ص	ك	ك	ك	ص	ك

وكما نلاحظ تحتوى قيم الصدق تحت الثابت الرئيسى على قيمة صدق كاذبة، ومن ثم فالقياس فاسد- رغم صدق القضايا التى تؤلفه- وعلة فساد هذا النوع من القياس أن مقدمته الصغرى جاءت مثبتة للتالى فى القضية الشرطية ، والنتيجة مثبتة للمقدم، مما يخالف قاعدة الوضع بالوضع، والتى لابد فيها أن تكون المقدمة الصغرى مثبتة للمقدم والنتيجة مثبتة للتالى ، فنحن نسلم فى القاعدة الاستدلالية بأن الكل (ق) يستلزم الجزء الذى يندرج تحته (ل) ، فإن سلمنا بإثبات الأول سلمنا بإثبات التالى، إما أن عكسنا هذا الوضع وأثبتنا التالى (ل) فى المقدمة الصغرى،

فإن ذلك ينطوى على مخاطرة التسليم باحتواء الجزء للكل، ولـــذا جـــاء القياس فاسدا(٣٩).

ويعنى ذلك أنه إذا صدقت نتائج نموذج ما، أو حدثت وقائع تتسـق معه واعتبرنا ذلك تصديقاً له ، فإننا لا نقول أن النمودج صادق ، وإنمـا نقول فقط إننا وجدنا تدعيماً أو تأييداً له ، وإن لم نعط برهاناً حاسماً علـى صدقه. وذلك أول الأسس التى تجعلنا نحكم باحتمالية النموذج لا بيقينيتـه. لم يعد مناطقة العلم يتحدثون عن تحقيق للنموذج، وإنما فقط عن تدعيمـه أو اختباره. ومهما زادت الوقائع والملاحظات والتجـارب التـى تؤيـد النموذج، فلن يقوم هذا دليلاً على برهان منطقى حاسم على صدقه، وإنمـا احتمال صدقه فقط(٤٠) ، وتلك هى ديناميكية النموذج (ف ٨-٣).

خامسا : البساطة :

٣٣ – ٥-معيارنا الخامس للحكم على النموذج- ومن ثم قبولـه أو رفضه- هو مقدار ما يتمتع به من بساطة. فإذا كان لدينا مثلا نموذجـان متساويان من كافة النواحى الأخرى، فإننا نختار عادة الأبسـط منـهما. وسبب ذلك الاختيار هو أن النماذج الأبسط هـى الأكـثر " إحكامـاً " ، والأكثر " روعةً" و " جمالاً " ، كما أن العمل بموجبها يريحنا أكثر. وهى أسهل على الفهم والتذكر والتداول . لكن هذه الأسباب- أو أية مجموعـة منها- لا توفر فى الحقيقة معياراً موضوعيا للبساطة، ذلك أنـها تنطلـق جميعا من أسس ذاتية وحدسية . وكما نعلم – من تاريخ الفنـون- فـإن المرء يكتسب تفضيلاً جمالياً معيناً نتيجة لأسلوب معين فـى الحيـاة، أو نموذج ثقافى واجتماعى معين. وكثير جداً مـن العلمـاء ذوى الخلفيـة

---

(٣٩) انظر : محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمزى، ص ص ٨٧-٨٩.

(٤٠) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق ، ص ص ٤٩-٥٠ .

الرياضية يتحمسون لنموذج "آينشتين " فى الجاذبية لأن معادلاته على درجة فائقة من البساطة والجمال الرياضى . ومع ذلك نجد من بين الفيزيائيين التجريبيين والفلكيين الرصديين من يرى أن هذه المعادلات بالغة التعقيد ، وأنه ليس هناك ما يستحق إدخال مثل هذه المعادلات المعقدة من أجل استنباط عدد قليل جدا من الوقائع التى قد تكون موضع اختلاف فى الرأى(٤١).

تلك هى الصعوبة الأولى المرتبطة بمعيار البساطة. أما الصعوبة الثانية فهى محاولة تبرير ميلنا إلى النماذج الأبسط على اعتبار أن لها فرصة أكبر فى أن تكون صادقة. حقا أننا لا ننظر دائما إلى النموذج الأبسط على أنه هو الأوفر حظاً فى الصدق بصورة آلية، فكثيراً ما نرفض نماذج – تكون عادة من النوع الذى يطرح فى محادثة عابرة– على أساس أنها ساذجة، أو بسيطة أكثر مما ينبغى، ولكن بصفة عامة يوجد لدينا إحساس فعلي بوجود ارتباط وثيق بين الصدق والبساطة، وهو إحساس يبلغ تأصله فينا جدا يجعلنا لا نتردد فى رسم منحنى بيانى متصل كلما وُجدت لدينا مجموعة من النقاط. وقد اعتمد " كوبرنيكس " إلى حد كبير على نفس الإحساس فى دفاعه عن نموذجه حول مركزية الشمس فى النظام الشمسى . فكون هذا النموذج – كما قال – أبسط من بديله القائل بمركزية الأرض– أى نموذج " بطليموس" – هو فى حد ذاته دليل على أنه هو النموذج الصحيح (٤٢).

وعلى أية حال ، فإننا لو دققنا النظر فى النماذج التى كانت موضع

---

(٤١) فيليب فرانك : فلسفة العلم ، ص ٤٢٣ . وأيضا : كارل لامبرت وجوردن بريتان : مدخل إلى فلسفة العلوم، ص ٨٧ .

(٤٢) كارل لامبرت وجوردن بريتان : المرجع السابق ، ص ٨٧ .

تفضيل بسبب بساطتها، لوجدنا أن السبب القاطع لقبولها لم يكن فحسب سبباً اقتصادياً أو جمالياً ، بل كان بالأحرى ما سميناه " ديناميكية النموذج" تلك التى تتيح لنا تطويره- رغم ما يُظهره من تمثيلات موجبة-إلى نماذج أخرى تغطى نطاقاً عريضاً من الوقائع. وعلى هذا النحو، كان نموذج "كوبرنيكس" هو الأفضل والأكثر ديناميكية، لأنه أمكن تطويره إلى نموذج " نيوتن " ،حيث استمد هذا الأخير جذوره من تعميمات للأول، ومن العسير أن نتصور حال النموذج النيوتونى لو كان قد استمد جذوره من نموذج " بطليموس" (٤٣).

لاشك أن النموذج الأبسط من الناحية الرياضية قد يكون فى الوقت ذاته نموذجا ديناميكيا، ومن ثم يمكن تطويره إلى آخر له قوة تفسيرية وتنبؤية أكبر من بديله، الأمر الذى يثير التساؤل عن مدى أسبقية كل معيار من معاييرنا الخمسة على الآخر، وتأتى إجابتنا – من خلال استقراء الصعوبات السابقة- بأن الترتيب السابق لمعايير قبول النموذج هو الترتيب الأمثل. فإذا ما استغرقتنا تلك الصعوبات تذكرنا أن الصدق العلمى الذى نبتغيه أمر يصعب تعريفه، والأصعب منه تحقيقه على نحو مطلق . وعلينا أن نقنع أنفسنا فى النهاية بأن البحث عن الصدق أثمن من امتلاكه.

---

(٤٣) فيليب فرانك : المرجع السابق ، ص ص ٤٢٣- ٤٢٤ .

الفصل التاسع
النموذج فى مرحلة القانون والنظرية

أولا: النموذج كقانون:

٣٤ – إذا ما تم فحص النموذج وفقا للمعايير السابقة، وأثبت فاعليته كإطار تفسيرى ملائم لما يؤرقنا من عمليات الطبيعة، بات من الممكن قبوله بمسمى جديد– هو " القانون " . فبعد أن كان النموذج فى مبتدئه مجرد فرض تنازعه القبول فروض أخرى، أصبح الآن قانوناً مدعوماً بما أتيح لنا من قياسات منطقية وتجريبية، تجر ورائها أحيانا خيوطا من نسيج المجتمع البشرى القائم فى حقبة النموذج. أعنى خيوطا تعكس الرؤى السائدة للفكر الديني والفلسفى حال قبول النموذج.

وربما كان مصطلح " القانون" من أشد المصطلحات صعوبة أمام الباحث فى فلسفة العلم. فهو من جهة يحمل مدلولاً لفظياً ضخما يخالف طبيعة الكشف العلمى الذى نطلق عليه هذا الاسم. وهو من جهة ثانية يستخدم بمعان مختلفة ومتباينة، لا نجد بين الكثير منها إلا صلة مبهمة. نبدأ أولا بتحديد الدلالة اللفظية للمصطلح، ومدى شرعية استخدامه "لغوياً" فى مقابل مصطلح النموذج، ثم نعرج إلى تبيان الأوجه المختلفة لاستخداماته –فى نطاق الجماعة العلمية– تحدونا رغبة ملحة فى فض الاشتباك القائم فيما بينها عبر تاريخ العلم، وذلك انطلاقاً من تصورنا لطبيعة الكشف العلمى كنموذج يمر بمراحل متعددة.

٣٥ – القانون Canon- Kanon فى اللغة ليس بلفظ عربي أصيل. فلا نجد له لدينا جذراً ثلاثياً أو رباعياً يُشتق منه أو يُرد إليه ، شأنه فى

ذلك شأن كثير من الألفاظ التى تحفل بها لغة العرب كمعّربات يتأدى بـــها احتكاك الثقافات وتواصلها. ومع كونه لفظاً أعجمياً دخيلاً ، نطق به أهـل اليونان قديماً للدلالة على أية قاعدة مُلزمة يُعمل بها ويُسار عليــها(٤٤)، إلا أنه عومل فى العربية معاملة المشتقات المزيدة، تلك التــى تُوضـــع فـــى المعاجم ضمن مادة الأفعال التى تشبهها لفظياً . وهكذا نجد " الرازي" مثلاً يُدرجه فى معجمه ضمن ما تحتويه مادة " قنن " من مشتقات(*). فـالقوانين عنده هى الأصول، والواحد منها قانون، مؤكداً أنه ليس بعربى(٤٥). أمـــا فى الإنجليزية فقد اصطبغ مصطلح القانون Canon بصبغـــة لاهوتيـــة، فأصبح يُستخدم للدلالة على شرائع الكنيسة المسيحية(٤٦)، أو مـــا عُـرف بالقانون الكنسى، وهو القانون الدينى الذى أخذت به الكنيسة الغربيـة ذات النفوذ الواسع فى أوربا خلال العصور الوسطى، وترجع أحكامـــه إلـــى الكتاب المقدس وأقوال القديسين، بالإضافة إلى قرارات المجامع الدينية

---

(٤٤) مجمع اللغة العربية: المعجم الفلسفى، مادة " قانون " ، ص ١٤٤.

Also Runes : Dict. Of Philosophy, item : “ Canon , P. 60” .

(*) من هذه المشتقات مثلا: " القِنّ" وهو العبد إذا مُلك هو وأبواه، والجمع منه "أقنان" و " القُنّة " وتعنى أعلى الجبل، وجمعها " قُنن " . و"القنينة" بمعنـــى القـــارورة ، والجمع منها " قنانى" و " قنَان " .

انظر : محمد بن أبى بكر الرازى : مختار الصحاح (عنى بترتيبه محمود خـــاطر، دار الحديث، القاهرة ، بدون تاريخ) مادة " قنن" ، ص ٥٣٣ .

وأيضا : مجمع اللغة العربية : المعجم الوجيز مادة " قنن" ، ص ٥١٨ .

(٤٥) الرازي : نفس الموضع المذكور.

(46) Summers , Della (editor –in-chief): Longman active study dictionary of English , Longman Group LTD, Egypt, 1988, item “Canon” , P.81.

والمراسيم البابوية(٤٧). وفى مقابل هذا المعنى اللاهوتى لكلمة Canon ، تُستخدم فى الإنجليزية كلمة Law- القريبة من كلمة Lay بمعنى " يضع" - للدلالة على أية قاعدة وضعية فى واحدٍ أو آخر من مناشط الحياة الإنسانية(٤٨)، وهو ما نطلق عليه أيضاً فى العربية اسم " القانون " .

وبصفة عامة يمكننا القول أن " القانون " فى اللغة- أياً كانت - هو قاعدة أو مجموعة من القواعد التنظيمية الملزمة، يمتثل لها الأفراد والجماعات على نحوٍ خاص أو عام. يستوى فى ذلك أن يكون مصدرها الشرع وأوامر الله، فتسمى حينئذ " إلهية " ، أو يكون مصدرها العُرف والمجتمع فنقول أنها " وضعية " (٤٩).

ولا يتسق هذا المعنى اللغوى لمصطلح " القانون" مع ما نعنيه بالكشف العلمى بعد اجتيازه لمرحلة الفحص والاختبار. الفرق بينهما واضح لا يقبل الجدال. فالقانون- إلهياً كان أو وضعياً - ما هو إلا قاعدة rule ، والقاعدة تنطوى على معنى الأمر acommand، والأمر يتضمن فكرة الواجب duty. وجميع هذه المعانى لا وجود لها فيما نسميه كشفاً علمياً(٥٠). إننا -فى العلم- لا نأمر الطبيعة فتستجيب لأوامرنا صاغرة، وإنما نحاورها بالنماذج حوار العقل والتجربة، بحثاً عما تخبئه من مكنونات تثير دهشتنا، فإما أن تصدقنا الحديث- ولو بنذر يسير من مكنوناتها- فنقول حينئذ أننا خطونا خطوة نحو الفهم الصحيح لعملياتها،

---

(٤٧) فتحية النبراوى ، محمد نصر مهنا : تطور الفكر السياسى فى الإسلام (ج١،دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٢) ص ص ٣٤٨-٣٤٩ .

(48) Loc. Cit.

(٤٩) المعجم الفلسفى، مادة " قانون" ، ص ١٤٤ .

(٥٠) محمد فرحات عمر : طبيعة القانون العلمى (تقديم زكي نجيب محمود، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٦) ص ص ١٣٥- ١٣٦ .

وإما أن تواجهنا ساخطة، مُعلنةً خطأ النموذج وقصور أجهزة القياس. وكم من تجربة مؤلمة- يطلعنا عليها تاريخ العلم- آثارها إسقاط نموذج لصالح آخر، فى حين أن " لحظات الصدق " هذه ليست فى حقيقتها أكثر من تسلسل طبيعى لا مفر منه للأحداث، يرتبط بالتدقيق المتصاعد لنماذجنا- عقليا وتجريبيا .

لا ينبغى إذن أن نأخذ رؤانا العلمية وكأنها قواعد ملزمة للطبيعة، فنقول أنها قوانين. بل الأحرى بنا أن نقول أنها نماذج تقترب من الحقيقة رويداً رويداً . وحتى إن دلتنا التجارب فى مرحلة ما على أنها الحقيقة، فلا ينبغى أن تخدعنا قوانا المعرفية فنظن أنها الحقيقة بيقين. كل ما لدينا لا يعدو أن يكون صياغة منتخبة للواقع، تحمل فى ذاتها عوامل تجاوزها. ولو أردنا وصفاً دقيقاً لما ندعوه بالقوانين فى العلم، لقلنا أنه ليس إلا نسيجاً محبوكاً من التخمينات conjectures(٥١).

٣٦ – وانطلاقاً من هذا المدلول اللفظى لكلمة " قانون" ، ونظراً لطبيعة الكشف العلمى كنموذج ينأى بمضمونه عن هذا المدلول، فقد اختلف الفلاسفة فى تعريفهم للقانون العلمى ورؤيتهم لطبيعته، فانقسموا فى ذلك مذاهب وآراء تعكس توجهاتهم الفلسفية. وقد أمكن لفيلسوف العلم الإنجليزى " ألفرد نورث وايتهد " Whitehead (١٨١٦-١٩٤٧) أن يحصرها فى أربعة مذاهب ، وهى(٥٢):

أ – مذهب يعد القانون كامنا فى الطبيعة .

ب – مذهب يعد القانون مفروضا على الطبيعة من الخارج.

---

(٥١) كارل بوبر : بحثا عن عالم افضل (ترجمة أحمد مستجير ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٩) ص ٥٧ .

(٥٢) محمد فرحات عمر : المرجع السابق ، ص ١٣.

ج – مذهب يعد القانون وصفاً لما لوحظ فى الطبيعة من اطراد دون أن يقتضى ذلك ضرورة الاطراد.

د- مذهب يعد القانون تفسيرا اصطلاحياً وأسلوباً إجرائياً فى البحث.

يرى أصحاب مذهب القانون الكامن أن نظام الطبيعة منبثق من ماهيات الأشياء وصفاتها الجوهرية،وعندما نتفهم هذه الصفات الجوهرية، ندرك ما بينها من علاقات، وعندئذ نعلم أن تلك العلاقات أو الروابط التى تصل الأشياء بعضها ببعض إنما تجرى على نسق أو نمط مطرد ، فيكون مثل هذا النسق هو ما يطلق عليه اسم " القانون" . ولا حاجة بنا وقتئذ إلى افتراض " كائن مطلق " مفارق للطبيعة يسيرها من خارجها، إذ تصبح الطبيعة مفسرة لنفسها بنفسها وفقا لعلاقاتها الداخلية(٥٣).

أما مذهب القانون المفروض فيؤكد على صلة الكائن المطلق بنظام الطبيعة. فما ندعوه بقوانين الطبيعة لا يخرج عن كونه نماذج لسلوك الظواهر مفروضة على الطبيعة من قبل الخالق. ومن ثم فليست روابط الأشياء وعلاقاتها الداخلية سوى آية من آيات الخلق الإلهى وحكمته ، تتجلى لنا فى صيغ القوانين(٥٤).

وخلافا لذلك يرى أصحاب مذهب القانون الوصفى أن أى قانون من قوانين الطبيعة ما هو إلا مجرد وصف description لظواهر الطبيعة فى تتابعها أو اقترانها. فلا يكشف القانون العلمى عن علاقات الأشياء الداخلية، وإنما يقف عند حدود الوصف لعلاقاتها الخارجية. أو بعبارة أخرى، يقتصر القانون العلمى على وصف الكيفية التى تتحرك بها الأشياء

---

(٥٣) نفس المرجع ، ص ص ١٣ – ١٤ .

(٥٤) نفس المرجع ، ص ١٥ .

على نحو معين، دون أن يتضمن ذلك تفسيراً لأسباب تحركها على هـــذا النحو دون غيره من الأنحاء(٥٥).

أخيراً تتباين رؤى القائلين بمذهب القانون الاصطلاحى والإجرائــى وفقا لتباين نزعاتهم الفلسفية. فمنهم مثلاً أصحاب المذهـــب البرجمـــاتى، الذين نظروا إلى قوانين الطبيعة كقواعد للسلوك نتوخاها عند اســـتخدامنا لوقائع العالم الخارجى. ومنهم أيضا فيلسوف العلم الفرنســـى المعـــاصر "جول هنرى بوانكاريه " Poincare (١٨٥٤-١٩١٢)، الذى اعتبر القانون العلمى ضربا من الافتراض الإتفاقى القائم على التعميم، يعين على التنبـؤ بوقائع المستقبل بشكل احتمالى. ومنهم كذلـــك بعـــض أنصـــار حركـــة الوضعية المنطقية، الذين ذهبوا إلى أن قوانين الطبيعة ليست قضايا يمكـن أن توصف بالصدق أو بالكذب ، وإنما هى فى الحقيقـــة "دالات قضايـــا" Propositional functions يمكن أن تنحل إلى قضايا مفردة الموضوع. وهذه الأخيرة وحدها هى التى يمكن أن توصف بـــالصدق والكـــذب، أى يمكن الرجوع فيها إلى العالم الخارجى لمعرفة صدقها من كذبها، لأنـــها تعنى وقائع مباشرة(٥٦)(*).

---

(٥٥) نفس المرجع ، ص ١٦ – ١٧ .

(٥٦) نفس المرجع، ص ص ١٧– ١٨ .

(*) كلمة " دالة " من الكلمات المألوفة فى الرياضيات ، لا سيما علم الجبر، ونطلـــق تعبير " دالة قضية " على أية صياغة لغوية تحوى متغيرات وثوابت، بحيث يمكن التعويض عن المتغيرات بقيم مختلفة تسوغ لنا الحكم على تلك الصياغة بـــالصدق أو الكذب. فإذا قلنا مثلا " كل المعادن تتمدد بالحرارة " ، فلسنا بذلك أمام قضيـــة جزئية يمكن أن تخضع للتحقيق التجريبى المباشر، وإنما أمام قضية عامة تمثـــل إطارا لغويا – نسميه دالة قضية– يمكن أن ينحل إلى قضايا جزئية مفردة تقبـــل التحقيق ، كقولنا مثلا : " الحديد يتمدد بالحرارة " والرصاص يتمدد بـــالحرارة" و " النحاس يتمدد بالحرارة" ، وهكذا .

وقد مثلت القضية العامة أو الكلية– والتى تصاغ وفقاً لها كافة قوانين العلم كتعميمات– مشكلة هامة لفلاسفة العلم واللغة المعاصرين، إذ ليست هذه القضية – كما كـــان "أرسطو" يعتقد– قضية حملية تحوى موضوعاً ومحمولاً ، وإنما هـــى قضيـــة شـــرطية متصلة ، نعبر عنها بقولنا: " إذا كان كذا كان كذا " ، أو " إذا كان=

٣٧ - ولو أردنا فصلا بين هذه المذاهب الأربع يتسق ورؤيتنا للكشف العلمى بمنظار النموذج، لكان علينا الجمع بين المذهبين الثانى والرابع. أعنى مذهب القانون المفروض ومذهب القانون الاصطلاحى والإجرائى كما تبناه " بوانكاريه" . فمن جهة أولى ، لا شك أن للطبيعة قوانينها التى تعمل وفقا لها بمعزل عن الإنسان وفعالياته، أى سواء وُجد الإنسان أو لم يوجد. لا يزيد من قيمة هذه القوانين أن يعمل الإنسان على اكتشافها، كما لا يقلل من قيمتها عزوفه عنها وتجاهلها لها. وتلك مقولة تتسق وقولنا بأن لهذه القوانين -ككائنات مجردة- عالمها الخاص والمفارق لعالم الحس الفيزيائى الذى يحتوينا من جهة، وعالم الخبرات الشعورية والفكرية القابع بداخلنا من جهة أخرى(ف ٣٢-٢) .

ولن يتسنى لنا فهم هذا العالم وعلاقته بالإنسان إلا بافتراض وجود عقل اسمي ، ساوى منذ الأزل بين طرفى الوجود: عالم الأفكار وعالم الأشياء - فى معادلة تامة، وأتاح للإنسان استكشاف تلك المعادلة عبر

=(س)معدنا فهو يتمدد بالحرارة " ، ومن ثم فهى لا تنطوى على تقرير وجود موضوعى لأفراد موضوعها. ولكن لما كانت قضايا العلم تجريبية، وكل قضية تجريبية تعبر عن واقعة، فمن الضرورى أن تُعبر القضية العامة عن واقعة. فهل توجد وقائع عامة؟ هنا تكمن المشكلة. لقد إضطر " رسل " مثلا-حين تبنى فلسفة الذرية المنطقية - إلى القول بوجود وقائع عامة، لأنه إن رفض هذا القول فعليه إما رفض وجود قضايا عامة ، وهو باطل ، وإما افتراض وجود قضايا عامة تجريبية لكن لا صلة لها بعالم الواقع، وهو غير مقبول. أما المنطقى الإنجليزي " فرانك رامزى " Ramsey (١٩٠٣-١٩٣٠) فقد ذهب- كشأن بعض الوضعيين المناطقة- إلى أن القضية العامة لا توصف بالصدق أو الكذب، وإنما نعتبرها قاعدة ترشدنا فى تنبؤاتنا. فى حين رأى " كارل بوبر " أن القضية العامة توصف بالصدق والكذب لأنها تخضع لمعيار التكذيب Falsifiability، أى نبحث عن حالة أو واقعة تكذب القضية العامة، فإن وجدنا هذه الواقعة كانت القضية العامة كاذبة، وإن لم نجد صدقت هذه القضية، وهكذا لم يستقر المناطقة على رأى موحد بشأن القضية العامة: مم تتألف ، وعلام تدل؟ .

انظر : محمود فهمى زيدان : فى فلسفة اللغة، ص ص ٣٦- ٣٧ .

مراحل تطوره الحضارى. ومعنى ذلك أن رؤانا العلمية ليست فى حقيقتها سوى تعقب لإبداعية الخلق الإلهى، واستكشاف لعظمته اللامتناهيـــة فـــى الكون المتناهى من حولنا(٥٧).

ومن جهة ثانية، إذا كان " الحدس " – أو الرؤية الكلية المباشـــرة– هو وسيلتنا الرئيسية للوصول إلى الكشف العلمى، إلا أنه يبقى مرهونـــاً بالمدى الذى تصل إليه إمكاناتنا العقلية والتجريبية، تلك التى تمر بمراحـل متنامية تحمل تطويراً متلاحقاً لكشوفنا العلمية. ومن ثم فإن مـــا نُسـميه قانوناً مفروضاً على الطبيعة من قبل الخالق،هو فى العلم– وتبعاً لإمكاناتنا البحثية– مجرد نموذج تقريبى مفترض لهذا القانون المفروض، ومـــادام مفترضاً لزم أن يكون احتمالياً أو مكنناً ، بمعنى أنه قـــد يُصيـــب وقـــد يخطئ. وربما نعمل بالنموذج فى مرحلة ما كإطار صحيح لآليـــة عمـــل إحدى الظواهر، لكن تطويراً لاحقاً لأدواتنا البحثية يدفعنـــا فـــى مرحلـــة أخرى إلى نسخه أو تعديله، وصولاً إلى صياغة أكثر إحكامـــاً ، وأكـــثر بساطة، وأكثر شمولاً .

يُمكننا إذن إيجاز رؤيتنا للنموذج العلمى فى مرحلة القانون بقولنـــا إنه " صياغة نسبية وتقريبية لرابطة موضوعية ثابتة تعمل وفقاً لها ظاهرة – أو مجموعة – من ظواهر الطبيعة ، وتُعين على التنبؤ بمثيلاتها مـــن الظواهر فى المستقبل بشكل احتمالى " . إنها العلاقة الجدلية بين الـــذات والموضوع، لا تكف عن استغراقنا مادمنا نحيا ونفكر، ونعمل بما نفكر ثم نحيا ونفكر فنعيد العمل وفقاً لأفكارٍ جديدة .

ثانيا: النموذج كنظرية :

٣٨ – رغـم كون النموذج فى مرحلة القانون إطاراً تفسيرياً ممكناً

---

(٥٧) انظر كتابنا : الاتصال واللاتناهى ، ص ٣٤٢ ، ص ٣٥٣.

ومقبولاً لإحدى ظواهر الطبيعة- أو لمجموعة منها، إلا أنه لا زال في حاجة إلى تفسير أوفى وأدق، تفسير يُقرّب إلى الفهم ما ينطوي عليه القانون من حدود، وما يستند إليه من مبادئ، بل ويربط بينه وبين غيره من القوانين - في ذات الحقل العلمي- في صورة نسق استنباطي محكم (ف١٩ وما بعدها) يرتبط فيه العيني بالمجرد ، أو ما هو قابل للملاحظة observable بما هو قائم على التعريف(٥٨). وذلك هو النموذج الشامل الذي ندعوه بالنظرية Theory . فالعلاقة إذن بين مرحلتي النموذج: القانون والنظرية، هي علاقة الجزء بالكل، لا بمعنى إضافة قانون إلى قوانين أخرى فتتألف النظرية،وإنما بمعنى أن القوانين تنتظر نظرية يمكن أن تُستنبط منها تلك القوانين، كما تجد الأخيرة تفسيراً لها في النظرية(٥٩).

نضرب مثالاً لذلك بقوانين الغازات،تلك التي تعالج الخواص الفيزيائية لكافة الغازات المعروفة- كالهواء ، وغاز الفحم، والهيدروجين، وغيرها- بغض النظر عن خواصها الكيميائية . من هذه القوانين مثلاً "قانون بويل " Boyle's law(*) القائل بأن " حجم كمية معينة من الغاز يتناسب عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته، بحيث أنه إذا قلّ الحجم إلى النصف تضاعف الضغط. ومن هذه القوانين أيضا " قانون جاي – لوساك " Gay – Lussac's Law(**)، ويقرر " أن الضغط- عند

---

(58) Barbet : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 238.

(٥٩) محمود فهمي زيدان: مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٧٣.

(*) نسبة إلى عالم الفيزياء الأيرلندي " روبرت بويل " (١٦٢٧-١٦٩١) ، كما ينسب القانون إلى عالم الفيزياء الفرنسي " ماريوت" Mariotte(١٦٢٠-١٦٨٤) فيقال "قانون ماريوت" ، وينسب أيضا إلى كليهما فيقال " قانون بويل وماريوت" انظر معجم الفيزيقا الحديثة، جـ١، مادة " قانون بويل " ، ص ٣٢.

(**)نسبة إلى عالم الفيزياء الفرنسي " لويس جوزيف جاي- لوسالك " (١٧٧٨-١٨٥٠) ومؤدى القانون- بعبارة أخرى أن " حجم الغاز يزداد عند تسخينه درجة مئوية واحدة بمقدار ١/٢٧٣ جزء من حجمه الأصلي في درجة حرارة صفر مئوية. انظر : لانداو وآخرون : الفيزياء العامة- الميكانيكا والفيزياء الجزيئية=

حجم ثابت- يتناسب طردياً مع درجة حرارة الغاز" ، إلى غير ذلك من قوانين تتناول العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه وقوة التوصيل الحرارى له(*).

كل هذه القوانين -أو النماذج- تجد تفسيراً لها فى نموذج أشمل هو النظرية الديناميكية للغازات Dynamical theory of Gases ، ووفقاً لهذه النظرية ، يتألف الغاز من عدد كبير جداً من الجسيمات المتناهية فى الصغر، تعرف بالجزيئات molecules. هذه الجزيئات تتطاير فى كل الاتجاهات ، وتصطدم ببعضها البعض وبحوائط الوعاء الذى يحتويها، وبزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة تطايرها، كما أن اصطداماتها بحوائط الوعاء تؤدى إلى دفع الحوائط إلى الخارج، ومن ثم زيادة الضغط عليها. وبحركاتها تلك تنتقل الحرارة من جزء من الغاز إلى أجزاء أخرى(٦٠).

وعندما نقول أن هذه النظرية تفسر قوانين الغازات،فإنما نعنى بذلك أن صحة البناء النسقى للنظرية يعنى منطقياً صدق القوانين التى تؤدى إليها مقدمات النظرية، بحيث يمكن استنباط القوانين من النظرية بطريقة صورية مجردة، بل والتنبؤ بقوانين أخرى جديدة يمكن دعمها بالملاحظة الحسية. لكن استنباط القوانين وإن كان شرطاً ضرورياً لقبول النظرية، إلا أنه ليس شرطاً كافياً.إننا نحتاج إلى ما هو أكثر من ذلك. نحتاج إلى أفكار أخرى جديدة، تضاف إلى أفكارنا المصاغة فى صورة قوانين وتجعلها

=(ترجمة أحمد صادق القرمانى، دار مير للطباعة والنشر، موسكو،١٩٧٥) ص١٩٢.

(*) من ذلك مثلا القانون العام للغازات General law of Gases القائل بأن حاصل ضرب ضغط كمية معينة من الغاز فى حجمها يتناسب مع درجة حرارة الغاز. ويعرف هذا القانون أيضا بقانون بويل وشارل Bpyle- Charles's Law.انظر: معجم الفيزيقا الحديثة، جـ١، مادة " قانون بويل وشارل" ، ص ٣١ .

(٦٠) Campbell, Norman : What is science ? , Dover Publications , INC, New York, 1953, PP. 81-82.

أكثر معقولية، كأن نقول مثلا أن جزيئات الغاز– وإن كانت غير مدركة حسيا – يمكن النظر إليها كجسيمات مادية متحركة، مثل بلى اللعب وحبات الرمل، تلك التى نألفها ونألف التعامل معها من خلال القوانين العامة للديناميكا. ونحن نعرف من هذه الأخيرة ما سوف ينتج عن تحرك الجسيمات واصطدامها ببعضها البعض أو بحوائط صلبة، ومن ثم نصبح أكثر ألفة بمصطلحات كضغط الغاز، وحجمه، وسرعة تحرك مكوناته ، وما بينها من علاقات(٦١) . حقا أن كلا من النظرية والقانون صيغ رياضية مجردة، إلا أن النظرية أكثر تجريداً من القانون، ومن ثم فهى أشمل وأوسع مجالاً وأكثر تعقيداً من القانون(٦٢).

وما ينطبق على القانون من حيث السمة الديناميكية ينطبق أيضا على النظرية. فليس ثمة نظرية مطلقة الصلاحية، بل إن كل نظرية هى بمثابة " نموذج " أو " برنامج " عملى ومفيد وصالح ضمن حدود معينة. هكذا كانت نظرية " نيوتن " فى الحركة والجاذبية، وهكذا أيضا نظرية "آينشتين " التى تفوقها دقة وشمولاً ، لكنها لا تزعم لنفسها حق تمثيل الحقيقة النهائية عن الواقع الفيزيائى ، بل هى مجرد " نموذج " صالح ومؤقت ومفيد، يخلفه قطعاً نموذج أكثر دقة وشمولاً. ومازال الحلم الأكبر للفيزيائيين يكمن فى التوصل إلى نموذج موحد، يضم محتويات كافة القوى والتفاعلات التى تزخر بها الطبيعة(٦٣).

---

(61) Ibid , PP. 82 FF.

(٦٢) محمود فهمى زيدان: المرجع السابق ، ص ٧٣ .

(٦٣) محمد على العمر : مسيرة الفيزياء على الحبل المشدود بين النظرية والتجربة (مقال بمجلة عالم الفكر،المجلد العشرون،العدد الأول،١٩٨٩)ص ص١٢٢-١٢٣.

تعقيب على الباب الثالث

٣٩ – خصصنا هذا الباب للحديث عن مراحل بنــاء النمــوذج أو الكشف العلمي، تلك التي اعتدنا على تناولها بمسميات مختلفة كـــالفرض والقانون والنظرية، ما يرتبط بها من مصطلحـــات كـــالتحقيق والقبــول والتأكيد.

وكان هدفنا من ذلك هو تأكيد نسبية الكشف العلمي ومرحليتـــه، أو بالأحرى ديناميكيته التي لا تخل باتصال المعرفة العلمية واســتمراريتها، وتلك سمة هامة ، ربما نغفل عنها تحت وطأة السحر اللفظي لمصطلحاتنا. بدأنا بالنموذج في مرحلة الفرض، بوصفه نقطـــة ابتـــداء لنســق عقلـــي تفسيري ممكن ومشروط (ف٢٨) . وميزنا في هذا الصدد بيـــن أنمـــاط ثلاث لتصنيف الفروض: نمط العمومية ، كأن يكون الفـــرض عامـــاً أو خاصاً أو فردياً ، ونمط الدلالة التوضيحية، كأن يكون الفرض ســـببياً أو وصفياً ، وأخيراً نمط القابلية للاختبار التجريبي المباشر، وبه قد يكـــون الفرض مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر، أو قد يكون غير ذلك فنسميه فرضاً صورياً (ف ٢٩-١ ، ٣،٢) . كما أكدنا أيضاً في هذا الصدد على الدور الأساسي للخيال والحدس في بناء النماذج الفرضية، بوصفها بنـــى فكرية تجريدية تقطن عالماً واقعياً مفارقاً، ولا يتسنى لنا اكتشافها بالحدس دون أدوار فرعية لكل من الإدراك الحسي والاستدلال العقلي المنطقـــي، تسبق الكشف العلمي أو تعقبه (ف ٣٠ ، ٣١ ، ٣٢).

ولا ينتقل النموذج من مرحلة الفرض إلى مرحلة القانون والنظريـــة إلا بعد اجتيازه لمرحلة الفحص والاختبار. وقد أجملنا في ذلـــك خمســـة معايير لقبول النموذج هي : الملائمة أو الســـداد، والقابليـــة للاختبـــار، والارتباط النظري، والقوة التفسيرية أو التنبؤيـــة ، والبســـاطة (ف ٣٣-

١، ٢، ٣، ٤ ، ٥) . فإذا ما تم قبول النموذج وفقاً لهذه المعايير، خلعنا عليه اسماً ضخماً وشائعاً هو القانون (ف٣٤) . فالقانون فى اللغة ما هو إلا قاعدة، والقاعدة تنطوى على معنى الأمر، والأمر يتضمن فكرة الواجب. لكننا فى العلم لا نأمر الطبيعة فتستجيب لأوامرنا صاغرة، وإنما نحاورها حوار العقل والتجربة بما توافر لنا من إمكانات عقلية ومقاييس تجريبية تحتمل التطوير(ف٣٥) . حقا أن الطبيعة تعمل- بمعزل عنا - وفقاً لقوانين ثابتة، سنها وأبدعها الخالق عز وجل، إلا أن رؤانا العلمية لا تعدو أن تكون نماذج تقريبية مفترضة لتلك القوانين، وما دامت مفترضة لزم أن تكون احتمالية أو ممكنة (ف ٣٦، ٣٧) . ورغم كون القوانين نماذج تفسيرية ممكنة ومقبولة، إلا أنها تنتظر دائماً نموذجاً أشمل، يربط بينها منطقيا ، ويخلع عليها مزيداً من التفسير . إنه النموذج الشامل الذى ندعوه بالنظرية، والتى هى بمثابة خريطة مسحية ، تحوى أنهاراً وبحاراً وهضاباً .. لكنها لا تزعم لنفسها حق تمثيل الحقيقة، بل تحتمل التعديل والتطوير والإضافة يوماً بعد يوم وعلماً فوق علم.

﴿خاتمــة﴾

خُلاصـــــة القضيّـــــة

تـــوجـــز فى عبـــارة

لقد لبسنا قشرة الحضارة

والـــروح جـــاهليـــة ...

نزار قباني

لا مناص لنا قبل أن نطوى صفحات هذا البحث من أن نرنوا بأبصارنا إلى واقع البحث العلمى فى أمتنا العربية الإسلامية. لا لنمارس عادة النقد الذاتى دون هدف، وإنما لنقتحم المجهول من الزمن الآتى، بكل علومه وتقنياته، وقيمه ومسالكه وأهدافه. ولا مفر لنا حينئذ من أن نسأل أنفسنا : أنقف بهذا الواقع على أرضٍ راسخة صلبة، تحفظ هويتنا إزاء التحدى العلمى والتكنولوجى للغرب، أم نقف على شفا جُرفٍ هارٍ يوشك أن ينهار بنا فى غيابة الجهل والتبعية والتخلف؟ . ولن ننتظر الإجابة طويلاً، فبالأمس القريب، وعلى حين راحت أمم الغرب تشحذ إمكاناتها البحثية فى شتى المجالات، توطئة لاعتلاء القمة المعرفية فى قرنٍ جديد، رُحنا نحن نُباهى العالم بثقافات عصور خلت، ونشغل أنفسنا بجدليات عقيمة حول أسرار ماضٍ زاوٍ، ناسين- أو متناسين- ما يُثقل كواهلنا من مشكلات وقضايا وأزمات، تراكمت وتراكمت فرحلّناها إلى القرن الجديد. وما تراكمت إلا لغيبة التفكير العلمى المنظم. وما رحلناها إلا لعجزنا عن تمثيل الواقع بنماذج تعكس الحاضر وتتوقع المستقبل .

إنها الغربة العلمية والتكنولوجية التى طوقتنا، فأحكمت علينا أنماطاً أخرى من الغربة كنا نود الفكاك منها. لكن الغربة هذه المرة من شأنها تقويض أركان الوجود، فى عالمٍ أصبح شعاره" البقاء للأعلم" .

ألم يأن إذن وقت الفزع؟. سؤال طرحه أحد الباحثين العرب(١) فى غمرة البيانات والإحصاءات التى تشهد باتساع الهوة بيننا وبين عصر المعلومات وعلوم الحاسب الآلى والذكاء الاصطناعى. بل فى عصر تزداد فيه أهمية تمثيل الواقع المعقد- أو نمذجته - باستخدام الحاسبات.

---

(١) انظر : نبيل على : العرب وعصر المعلومات (سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، العدد ١٨٤، أبريل ١٩٩٤) ص٢٧.

أعنى باستخدام نظم المحاكاة الآلية التى تُمكّن المنظر والمحلل والمجرب من أن يستحضر فى مكتبه أو معمله ما يعينه على فهم الظواهر الديناميـة المعقدة الممتدة عبر الزمان والمكان- يسترجع ما ضاع فى الماضى ويتصور ما يمكن أن يأتى به المستقبل، ليصبح النموذج الآلى عالمه الميكروى Microworld الذى يجرى عليه سيناريوهاته ويتأكد من صحة افتراضاته[٢](*).

وتحمل إجابة السؤال السابق مزيداً من الفزع : " وكيف لا نفزع ونحن نسمع أن دولة عظمى كبريطانيا صاحبة التاريخ المجيد فى تكنولوجيا الإلكترونات وعلوم الكمبيوتر وصناعته، تخشى النزول إلى مصاف دول العالم الثالث وهى ترى اضمحلال مصادر قوتها الاستراتيجية فى عصر المعلومات، ويُعلق منظورهم على خطة الطوارئ التى أعدوها للحاق فى مجال بحوث وتطوير المعلوماتية الحدية ، والتى

(٢) نفس المرجع ، ص ٢٩١ .

(*) يورد الدكتور نبيل على فى كتابه المذكور هذه القصة الواقعية التى تعكس أهمية نظم المحاكاة باستخدام الكمبيوتر computer simulation، أو ما يعرف باسم "نماذج المحاكاة " simulation models ، فى عالمنا المعاصر : أثناء تفقد القائد الأمريكى لقواته المرابطة فى صحراء السعودية خلال حرب الخليج ، توجه إلى أحد جنوده قائلا : " ما من أحد منكم قد اشترك فى حرب من قبل، وفى الحروب السابقة لم يكن باستطاعتنا تحقيق أى نجاح من أول اشتباك ، كيف تفسر لى نجاحكم الباهر فى معركتكم الأولى ؟؟!!. فأجابه الجندى الشاب : سيدى ، لم تكن هذه معركتنا الأولى ، لقد كانت هذه معركتنا رقم ١٥، فلقد حاربنا ثلاث معارك فى مركز التدريب القومى فى فورت إروين بكاليفورنيا ، وأربع معارك فى مركز التدريب على المناورة القتالية فى هيلونفيلز بألمانيا، وعدة معارك أخرى باستخدام نظم المحاكاة الآلية. لقد اشتبكنا من قبل بالفعل يا سيدى عدة مرات، وجاءت معركتنا الحقيقة فى الخليج أقرب ما تكون لما تدربنا عليه " .

انظر نفس المرجع ، ص ١٩ .

رّصد لها زهاء ٥٠مليون جنيه إسترليني، بأنها لا تغنى من جـــوع وقـــد جاءت متأخرة للغاية. وكيف لنا أن نهدأ ونحن نسمع وزير خارجية فرنسا يُحذر من الإمبريالية الثقافية الوافدة إليهم عبر الأطلنطى. وإذا كان هـــذا حال فرنسا منارة العالم الثقافية ، فما بالنا نحن وقدراتنا علـــى التصـــدى للغزو الثقافى ضامرة للغاية . ومتى يحين أوان الفزع إن لم يحن ونحـــن نطالع إحصائيات المنظمات الدولية تدرج كل البلدان العربية بلا اســـتثناء ضمن تلك الدول الجائعة معلوماتياً ، فى حين توصف إسرائيل بأنها دولـــة نهمة تكنولوجياً ، وأن أحد أهدافها من إقامة سلام ، " أى ســـلام " ، مـــع الدول العربية هو الســـيطرة علـــى ســـوق التكنولوجيـــا المتقدمـــة فـــى المنطقة..[٣].

لا شك إذن أننا فى مأزق حضارى صعب، لا مخرج لنا منـــه إلا بالأخذ بأسباب التفوق، ولن يتسنى لنا ذلك إلا بترسم خُطانا وفق منـــهج علمى واضح ومحدد . وقد حاولنا فى هذا البحث أن نقترب قدر الإمكـــان من هذا المنهج، فهل من نموذج عربى يحفظ هويتنا، ويحيل هذا الفـــزع إلى طاقة إبداعية خلاقة ؟؟

وعلى الله قصد السبيل والله أعلم.

---

(٣) نفس المرجع ، ص ص ٢٨ وما بعدها.

ثبــت مصطلحــات

يحوى هذا الثبت قائمة بأهم المصطلحات الواردة فى هذا البحث ، وقد ذيلنا بعض المصطلحات بعبارة شارحة لمدلولها،مع الإشارة إلى أرقام الفقرات الواردة بها ، وذلك تيسيراً لعودة القارئ إلى موضع المصطلح داخل البحث .

A

act	فعل
- illocutionary acts	**- أفعال أداتية**
النمط الثانى من أفعال الكلام عند فيلسوف اللغة الإنجليزى " جون أوستن" وهى أفعال كلامية ينجم عنها إنجاز فعل ما فى عالم الواقع، مثل الوعد والرهان والقسم(ف١٦).	
- Locutionary acts	**- أفعال تعبيرية**
النمط الأول من أفعال الكلام عند " أوستن " ، ويعنى به إنتاج المتكلم لبنية معينة من الكلمات ذات المعنى(ف١٦) .	
- Perlocutionary acts	**- أفعال مؤثرة**
النمط الثالث من أفعال الكلام، وهى تلك التى تُنتج فى السامع تأثيرات مقصودة، مثل الفزع والإقناع والإقدام (ف١٦) .	
- Speech acts	**- أفعال الكلام**
نظرية " أوستن" اللغوية التى ميّز بها بين أفعال الكلام الثلاثة السابقة(ف١٦) .	
Action at a distance	تأثير عن بُعد
Amplitude	**سعة**
المسافة بين موضع الجسم المتذبذب- كالبندول- وهو ساكن، وبين موضعه وهو فى أقصى سرعته (ف٧-١).	
Analogy	تمثيل

Analogyue machines	**آلات تمثيلية**
النماذج المادية التى تحل فىالتجارب محل الأجسام التى تصعب أو تستحيل دراستها(ف٢).	
- formal analogy	تمثيل صورى
- material analogy	تمثيل مادى
- negative analogy	تمثيل سالب
- neutral analogy	تمثيل محايد
- positive analogy	تمثيل موجب
Association	**ترابط**
ترابط مجموعة من العناصر فى نموذج ما، يمكن الاستعانة به فى ربط عناصر الشئ المنمذج(ف٨-١) .	
Astrology	علم التنجيم
Astronomy	علم الفلك
Atom	ذرة
- atomic number	عدد ذرى
- atomic weight	وزن ذرى
Axiom	بديهية
Axiomatic	**أكسيوماتيك**
حركة نقدية تعنى بدراسة أسس ومبادئ البرهنة فى علم ما، لا سيما الهندسة (ف٢٢)	

B

belief	اعتقاد
Bionics	**علم البيونكا**
	علم دراسة الأشياء والعمليات فى الطبيعة الحية بهدف استخدام المعارف المحصلة فى الأجهزة التكنيكية الحديثة (ف ٧- ٤) .

C

Caloric	**سيال حرارى**
	نموذج صورى فيزيائى استخدم قديماً لتفسير ماهية الحرارة باعتبارها سيال غير مرئى، يتدفق داخل أية مادة حين تسخن ويغادرها حين تبرد (ف ٨-٣)
Canon (law)	قانون
Cause	سبب
Coherence	**ارتباط نظرى**
	توافق النموذج مع النماذج السابقة التى تم إثباتها بدقة أو تم قبولها بالفعل (ف ٣٣٣)
Calculus	حساب
- c. of probabilities	حساب الاحتمالات
- propositional c.	حساب القضايا
Combination	تأليف
Comets	مذنبات
Complete	تام
Completeness	تمام
Compound proper name	**اسم علم مركب**

مصطلح استخدمه " فريجه " للدلالة على الوصف الفريد الذى تنطوى عليه قضية الهوية، فإذا قلنا مثلاً " طه حسين مؤلف كتاب الأيام " ، فلسنا بذلك أمام قضية حملية، وإنما أمام قضية هوية موضوعها اسم علم بالمعنى المألوف ، والحد الآخر صفة فريدة لا تنطبق إلا على مسمى ذلك الاسم، ولذا يسميه فريجه " اسم علم مركب" (ف١١) .	
Confirmation	تدعيم
Conjectures	تخمينات
Conductor الجسم الذى تنتقل خلاله الكهرباء بسهولة (ف٧-٧)	**مُوصل**
Constants	ثوابت
Correspondence	تناظر

D

Deduction	استنباط
Definition	تعريف
Dynamism خاصية للنموذج العلمى تعنى إمكان تطويره أو تعديله أو نبذه ، رغم ما يُظهره من تمثيلات موجبة فى مرحلة ما (ف ٨-٣) .	**ديناميكية**

E

Elegance	أناقة
Energy	طاقة
-Kinetic energy	طاقة الحركة

-e. of magnetic field	طاقة المجال المغناطيسى
-potential energy	طاقة الوضع
Event(s)	حادثة –حوادث
- Spatio-temporal events	حوادث زمكانية
Experience	خبرة
Experiment	تجربة
-wind –tunnel experiments	**تجارب نفق الهواء**
تجارب تجرى على ديناميكا الموقع داخل بناء على هيئة نفق يطلق فيه تيار من الهواء أو الغاز بسرعة مضبوطة لاختبار نماذج الطائرات والصواريخ (ف٢).	
Explanation	تفسير
Explanandum	**موضوع التفسير**
الظاهرة أو مجموعة الظواهر التى نستعين بالنماذج لتفسيرها (ف٨-١)	

F

Falsifiability	**قابلية للتكذيب**
سمة أساسية للنظرية العلمية المقبولة عند " كارل بوبر " ، وتعكس النمو الدائم للمعرفة العلمية نحو أعلى درجة من الصدق (ف ٨-٣) .	
Femtosecond	**فمتوثانية**
وحدة زمنية متناهية فى الصغر، تساوى واحد على المليون على البليون من الثانية- أى ما يعادل واحدا مقسوما على عشرة أمامها ١٤ صفرا من الثانية- تمكن عالم الكيمياء المصرى " أحمد زويل " من استخدامها بتطويره وفريقه البحثى لكاميرا ليزرية فائقة السرعة تستطيع رصد حركة الجزيئات عندما تتحول من حالة إلى أخرى، وهو ما استحق عليه العالم المصرى جائزة نوبل فى الكيمياء لعام ١٩٩٩ (ف ٢٥) .	

Field	مجال
-electromagnatic field	مجال كهرومغناطيسى
Fluid	مائع .
Force	قوة
-electromative force	القوة الدافعة الكهربائية
Function	دالة
Futurology	**دراسات مستقبلية**

علم يعنى بدراسة أحداث المستقبل مستهدفاً تحديد مدى احتمـال وقوعـها، وذلـك ببنـاء مجموعة من النماذج تمثل آلية عمل النظم المختلفة بمجموعـة مـن العلاقـات والـدوال الرياضية. ويحظى هذا العلم باهتمام واسع النطاق فى شتى المحافل الدولية لدوره الفـاعل فى عملية اتخاذ القرارات واستشراف التطورات المستقبلية (مقدمة البحث) .

G

Gas discharge	تفريغ غازى
Generalization	تعميم
Genetic description	**وصف تكوينى**

إجراء ينطوى عليه التفسير المقبول لإحدى الظواهر عن طريق نموذج ما، ويعنى الكشـف عن المكونات التنظيمية لعناصر تلك الظاهرة وما بينها من ترابطات سببية، وبهذا الإجـواء يكتسب النموذج سمة القوة التفسيرية أو التنبؤية (ف ٨-١) .

Genetic engineering	هندسة الجينات

H

English	العربية
Hors power	**قدرة الحصان** نموذج لقياس القدرة الميكانيكية لآلة ما، وهى القدرة اللازمة لرفع ٧٥ كجم مسافة متر واحد فى الثانية (ف ٦) .
Hypothesis	فرض
-general hyp.	فرض عام
-individual hyp.	فرض فردى
-particular hyp.	فرض جزئى
-special hyp.	فرض خاص
-transcendental hyp.	فرض صورى

I

English	العربية
Identity	هوية
-identity proposition	قضية الهوية
Imagination	خيال
Implication	لزوم
Independence	استقلال
Induction	استقراء
Inference	استدلال
Intuition	حدس
Isomorphism	**تشاكل** العلاقة بين النموذج وبين الشئ المنمذج فى حالة التمثيل الصورى المجرد (ف ٢،٧-١)

M

Medical science	علم الطب
Method	منهج
Methodology	علم مناهج البحث
Microworld	عالم ميكروى
Model	نموذج
-causal m.	نموذج سببى
-crystallographic m.	نموذج بللورى
-descriptive m.	نموذج وصفى
-statistical m.	نموذج إحصائى
-simulation models	**نماذج المحاكاة**
نماذج تحاكى الواقع المعقد باستخدام الحاسبات الآلية، وتعرف بنظم المحاكاة(خاتمة البحث)	
Molecules	جزيئات

N

Nature	طبيعة
-hints of nature	تلميحات الطبيعة

O

Observation	ملاحظة
Observable	قابل للملاحظة

Open texture	نسيج مكشوف
ما يحمله النموذج من معانٍ وترابطات واضحة يمكن نقلها بالتمثيل إلى موضوع التفسير (ف ٨-١) .	
Oscillations	ذبذبات
-oscillating circuit	دائرة مهتزة
-free oscillations	ذبذبات حرة

P

Paradigm	نموذج إرشادى
Particles	جسيمات
Perception	إدراك حسى
Performative Utterances	**منطوقات إنجازية**
أفعال الكلام عند "جون أوستن" (ف١٦)	
Ponendo ponens	**وضع بالوضع**
إحدى صور القياس الشرطى الحملى الاستثنائى المتصل، وتأتى فيها المقدمة الصغرى مثبتة للمقدم، والنتيجة مثبتة للتالى (ف ٣٣-٤) .	
Postulate	مصادرة
-parallel postulate	**مصادرة التوازى**
المصادرة الخامسة فى النسق الهندسى الإقليدي (ف٢٠)	
Power	قوة – قدرة
-predictive power	قوة تنبؤية

-explanatory power	قوة تفسيرية
Pragmatics	علم أفعال الكلام
Prediction	تنبؤ
Principle	مبدأ
-conservation of mass-energy p.	مبدأ بقاء طاقة الكتلة
-conservation of matter	مبدأ بقاء المادة

Q

Quality	كيف
Quantity	كم

R

Radioactivity	نشاط إشعاعى
Realism	نزعة واقعية
Reality	واقع
Relation	علاقة
-genealogical relations	**علاقات سلالية**
العلاقات القائمة بين قضايا نسق منطقى ما، والتى يمكن من خلالها رد القضايا المتسلسلة بعضها إلى بعض وصولاً إلى الحدود والقضايا الأولى فى النسق(ف ١٩) .	
-mutual dependence relation	**علاقة اعتماد متبادلة**

وصف للعلاقة القائمة بين حدود وقضايا نسق منطقى ما، أو هو وصف آخر للعلاقة السلالية .	
ملائمة	Relevance
متطابقة (نسخة طبق الأصل)	Replica
حلقات زُحل نموذج لتمثيل البنية المجهرية لذرة الهيدروجين كحلقات كوكب زُحل (ف٣) .	**Rings of Saturn**
قاعدة	Rule
قواعد التكوين قواعد تحكم التكوين المنطقى الصحيح لقضايا اللغة (ف ٢٣)	**-concatenation rules**
قواعد التحويل قواعد تحدد لحظة إمكان تسمية قضية ما من قضايا اللغة باسم " القضية المترتبة على ما قبلها " أو " القضية التى تتبع ما قبلها " (ف ٢٣) .	**-transformation rules**

S

مُشبع	Satisfactory
إشباع	Saturation
علامة	Sign
دلالة	Significance
بساطة	Simplicity
محاكاة	Sumulation
نظم المحاكاة باستخدام الحاسب الآلى	-computer simulation
تزامن	Simultaneity

Structure	بنية
-deep structure of language	**البنية العميقة للغة**
قدرة الإنسان على توليد جُمل نحوية جديدة لم يسمعها من قبل وفقاً لنظرية " نوعم تشومسكى" فى النحو التحويلى (ف ١٤) .	
-surface structure of language	**البنية السطحية للغة**
الاستخدام الفعلى للغة فى سياقات محددة (ف ١٤)	
Surplus meaning	**المعنى الفائض**
ما يحمله النموذج من معانٍ للتفسير لا يمكن إدراكها حسياً (ف ٨-١)	
Swinging pendulum	بندول متأرجح
Symbol	رمز
Symbolic	رمزى
Syntax	**علم التراكيب**
علم يعنى بدراسة قواعد التركيب النحوى والمنطقى لجمل وقضايا اللغة (ف٢٣)	
System	نسق
-parent system	**نسق أصلى**
الظاهرة أو مجموعة الظواهر المراد تفسيرها ببناء النماذج (ف٦ ٧-٢) .	

T

Techniques	تقنيات
Telephone switch board	**لوحة توزيع الهاتف**
نموذج لتفسير آلية عمل المخ الإنسانى (ف ٣)	
Testability	قابلية للاختبار

Theory	نظرية
-corpuscular theory	النظرية الجسيمية للضوء
Dynamical theory of gases	النظرية الديناميكية للغازات
Set theory	نظرية المجموعات
-undulatary (wave) theory	النظرية الموجبة للضوء
Time	زمان
-interval of time	فاصل من الزمان
Tollend tollens	**رفع بالرفع**
إحدى صور القياس الشرطى الحملى الاستثنائى المتصل، وتأتى فيها المقدمة الصغرى نافية للتالى ، والنتيجة نافية للمقدم (ف ٣٣- ٤) .	

U

Uniformity	إطراد
Unity	وحدة
Universal	كلى

V

Variable	متغير
-range of variable	مدى المتغير
-values of variable	قيم المتغير
Velocity	سرعة

W

Wave	موجة
-elastic waves	**موجات مرنة**
	نموذج قدمه الفيزيائى الهولندى " كريستيان هايجنز " لتفسير بنية الضوء بوصفه موجـــات مرنة يحملها الأثير خلال الحيز الكونى (ف ٣)
Witchcraft	دجل

مراجـــع البحـــث

أولا: المراجع باللغة العربية (مؤلفة ومترجمة):

١- أحمد سليم سعيدان : *مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام*، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب،الكويت، العدد (١٣١)، ١٩٨٨.

٢-أحمد عوض : مقدمة الترجمة العربية لكتاب ر.هـ. روبنز : ***موجز تاريخ علم اللغة فى الغرب***، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد (٢٢٧)، نوفمبر ١٩٩٧.

٣-أحمد محمود صبحى :*هاؤم اقرؤا كتابيه* ، مكتبة النهضة العربية، بيروت،١٩٩٧.

٤-إرنست كاسيرر :*مقال فى الإنسان(مدخل إلى فلسفة الحضارة الإنسانية)*، ترجمة إحسان عباس، مراجعة محمد يوسف نجم، مؤسسة فرانكلين المساهمة للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦١.

٥-آلبرت آينشتين :*أفكار وآراء* (مجموعة مقالات مجمعة) ، ترجمة رمسيس شحاتة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٦.

٦-ألفريد إير :*المسائل الرئيسية فى الفلسفة* ، ترجمة محمود فهمى زيدان، المجلس الأعلى للثقافة، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٨ .

٧- ألكسندر غيتمانوفا :*علم المنطق*،لم يرد اسم المترجم، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٩.

٨-أ.هـ.بيسون& د.ج. أوكونر: *مقدمة فى المنطق الرمزى* ، ترجمة عبد الفتاح الديدى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٧.

٩-بانيش هوفمان : *قصة الكم المثيرة*، ترجمة أحمد مستجير، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والنشر، القاهرة، بدون تاريخ.

١٠-براتراند رسل :*مقدمة للفلسفة الرياضية*، ترجمة محمد مرسى أحمد، مراجعة أحمد فؤاد الأهوانى، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، ١٩٨٠.

١١-بلاجوفستسندوف :*بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية*، ترجمة إبراهيم

البرلسى، مجلة العلم والمجتمع، مركز مطبوعات اليونسكو، العدد السادس والأربعون، السنة الثانية عشرة، القاهرة،مارس ١٩٨٢.

١٢-توماس كون : *بنية الثورات العلمية*، ترجمة شوقى جلال، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد(١٦٨) ، ديسمبر ١٩٩٢.

١٣-جاستون باشلار :*تكوين العقل العلمى* ،ترجمة خليل أحمد خليل، ط٢، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٢ .

١٤———— :*الفكر العلمى الجديد*، ترجمة عادل العوا، مراجعة عبد الله عبد الدايم، ط٢ ، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٣.

١٥———— :*العقلانية التطبيقية*، ترجمة بسام الهاشم، ط٢، دار الشئون الثقافية العامة، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد ١٩٨٧.

١٦-جاكوببرونوفسكى: *التطور الحضارى للإنسان*، ترجمة أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، ١٩٩٧.

١٧-جان مارى أوزياس : *الفلسفة والتقنيات*، ترجمة عادل العوا، ط٢، منشورات عويدات ، بيروت، باريس ١٩٨٣.

١٨-جوديث جرين :*التفكير واللغة*، ترجمة وتقديم عبد الرحيم جبر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٢.

١٩-جورج جاموف :*بداية بلا نهاية*، ترجمة محمد زاهر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠.

٢٠-جورج ماركس& أيثرتوث: *النماذج فى تدريس العلوم*، ترجمة أمين محمود الشريف، مجلة العلم والمجتمع، العدد(٤٦)، السنة(١٢)، مطبوعات اليونسكو، القاهرة، مارس ١٩٨٢.

٢١-جوفرى هوليستر :*ثناء على صوغ النموذج*، لم يرد اسم المترجم، مجلة العلم والمجتمع، العدد(٤٦) ، السنة (١٢) ، مطبوعات اليونسكو، القاهرة، مارس،١٩٨٢ .

٢٢-جون بوستجيت :*الميكروبات والإنسان*، ترجمة عزت شعلان، مراجعة عبد

الرازق العدوانى& سمير رضـــوان،سلسـلة عــالم المعرفـــة، العدد(٨٨) ، الكويت ، أبريل ١٩٨٥.

٢٣-جون ليونـــز :*نظرية تشومسكى اللغوية*، ترجمة حلمى خليل، دار المعرفـــة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٥.

٢٤-جيميس جينـز :*الفيزياء والفلسفة*، ترجمة جعفـــر رجـب، دار المعـارف، القاهرة، ١٩٨١.

٢٥- روبرت م. أغروس &جورج ن. ستانسيو: *العلم فى منظوره الجديد*، ترجمة كمـال خلايلى، سلسلة عالم المعرفـــة، العـدد (١٣٤) ، الكويت ، فبراير ١٩٨٩.

٢٦-رينيه ديكارت :*مقال عن المنهج*، ترجمة محمود محمد الخضيرى، مراجعـــة وتقديم محمد مصطفى حلمى، ط٣، الهيئة المصريـــة العامـــة للكتاب، القاهرة ، ١٩٨٥.

٢٧-زكى نجيب محمود :*من زاوية فلسفية*،ط٣، دار الشروق،بيروت، القاهرة،١٩٨٢.

٢٨-زينب عفيفىشاكر :*فلسفة اللغة عند الفارابى*، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة ، ١٩٩٧.

٢٩-ستيفاى يانسنسكى : *هندسة الحياة (العصر الصناعى للبيوتكنولوجيا)* ، ترجمـــة أحمد مستجير ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة،١٩٩٠

٣٠-شوقى جلال :مقدمة الترجمة العربية لكتاب توماس كون: *بنيـــة الثـــورات العلمية*.

٣١-صلاح عثمان :*الاتصال واللاتناهى بيـــن العلـــم والفلســفة*،منشـــأة المعـــارف، الإسكندرية، ١٩٩٨ .

٣٢-عبد العزيز حمودة :*المرايا المحدبة(من البنيوية إلـــى التفكيـك)*سلسـلة عـالم المعرفة، العدد (٢٣٢) ، الكويت، أبريل ١٩٩٨.

٣٣-عبد الهادىمصباح :*الاستنساخ بين العلم والدين*، الهيئة المصرية العامة للكتـــاب، القاهرة، ١٩٩٨.

٣٤-عبد الوهاب جعفر : *الفلسفة واللغة*، الفتح للطباعة والنشر، الإسكندرية،١٩٩١.

٣٥-عزمى إسـلام: *الاستدلال الصورى*،مطبوعات جامعة الكويت، الكويت،١٩٧٢

٣٦-على سامى النشار: *مناهج البحث عند مفكرى الإسلام واكتشاف المنهج العلمى فى العالم الإسلامى*، دار المعارف، القاهرة، ١٩٦٧.

٣٧-ـــــــــ: *نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام*، ج١، ط٨، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨١.

٣٨-فتحية النبراوى & د. محمد نصر مهنا: *تطور الفكر السياسى فى الإسلام*،ج١، دار المعارف ، القاهرة، ١٩٨٢.

٣٩-فيدل ألسينا: *التحدى الأكبر*، ترجمة صلاح يحياوى، مجلة الثقافة العالمية، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، العدد(٣٠) سبتمبر ١٩٨٦.

٤٠-فيرنر هايزنبرج: *الجزء والكل(محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية)*، ترجمة وتحقيق محمد أسعد عبد الرؤوف، تقديم على حلمى موسى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٦.

٤١-فيليب فرانك: *فلسفة العلم(الصلة بين الفلسفة والعلم)* ، ترجمة على على ناصف ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨٣.

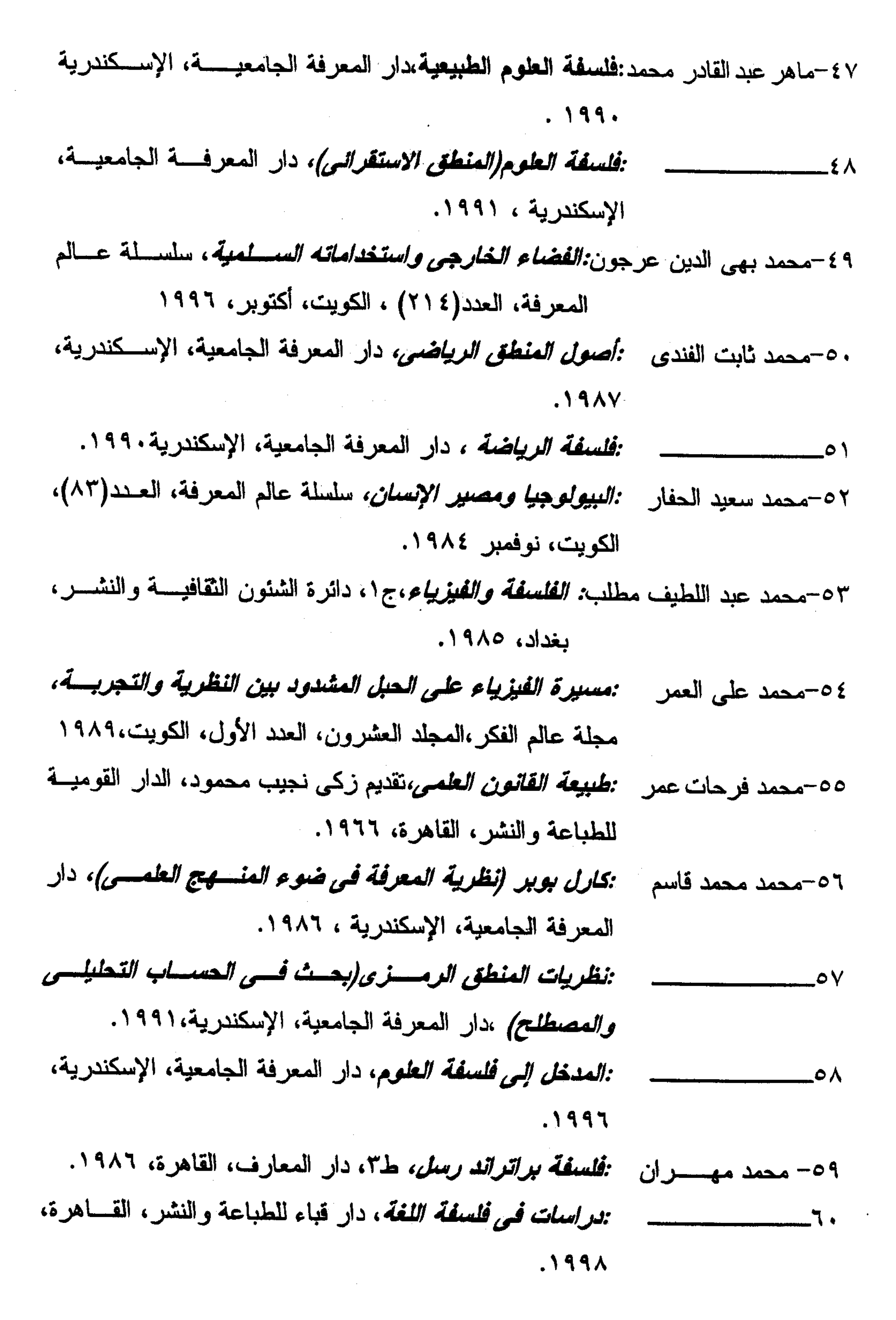
٤٢-كارل بوبر: *الحياة بأسرها حلول لمشاكل*، ترجمة بهاء درويش، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٩٨.

٤٣-ـــــــــ: *بحثاً عن عالم أفضل*، ترجمة أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٩.

٤٤-كارل لامبرت & جوردن بريتان: *مدخل إلى فلسفة العلوم*، ترجمة شفيقة بستكى، مراجعة فؤاد زكريا، وكالة المطبوعات ، الكويت، بدون تاريخ.

٤٥-لانداو وآخرون: *الفيزياء العامة(الميكانيكا والفيزياء الجزيئية)* ، ترجمة أحمد صادق القرمانى، دار مير للطباعة والنشر، موسكو،١٩٧٥.

٤٦-لوريتو تود: *مدخل إلى علم اللغة*،ترجمة مصطفى التونى،الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٤.



٤٧-ماهر عبد القادر محمد: **فلسفة العلوم الطبيعية**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ١٩٩٠ .

٤٨ ـــــــــــــ: ***فلسفة العلوم (المنطق الاستقرائى)***، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩١.

٤٩-محمد بهى الدين عرجون: ***الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية***، سلسلة عالم المعرفة، العدد(٢١٤) ، الكويت، أكتوبر، ١٩٩٦

٥٠-محمد ثابت الفندى: ***أصول المنطق الرياضى***، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٧.

٥١ ـــــــــــــ: ***فلسفة الرياضة*** ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية١٩٩٠.

٥٢-محمد سعيد الحفار: ***البيولوجيا ومصير الإنسان***، سلسلة عالم المعرفة، العدد(٨٣)، الكويت، نوفمبر ١٩٨٤.

٥٣-محمد عبد اللطيف مطلب: ***الفلسفة والفيزياء***، ج١، دائرة الشئون الثقافية والنشر، بغداد، ١٩٨٥.

٥٤-محمد على العمر: ***مسيرة الفيزياء على الحبل المشدود بين النظرية والتجربة***، مجلة عالم الفكر، المجلد العشرون، العدد الأول، الكويت، ١٩٨٩

٥٥-محمد فرحات عمر: ***طبيعة القانون العلمى***، تقديم زكى نجيب محمود، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٦.

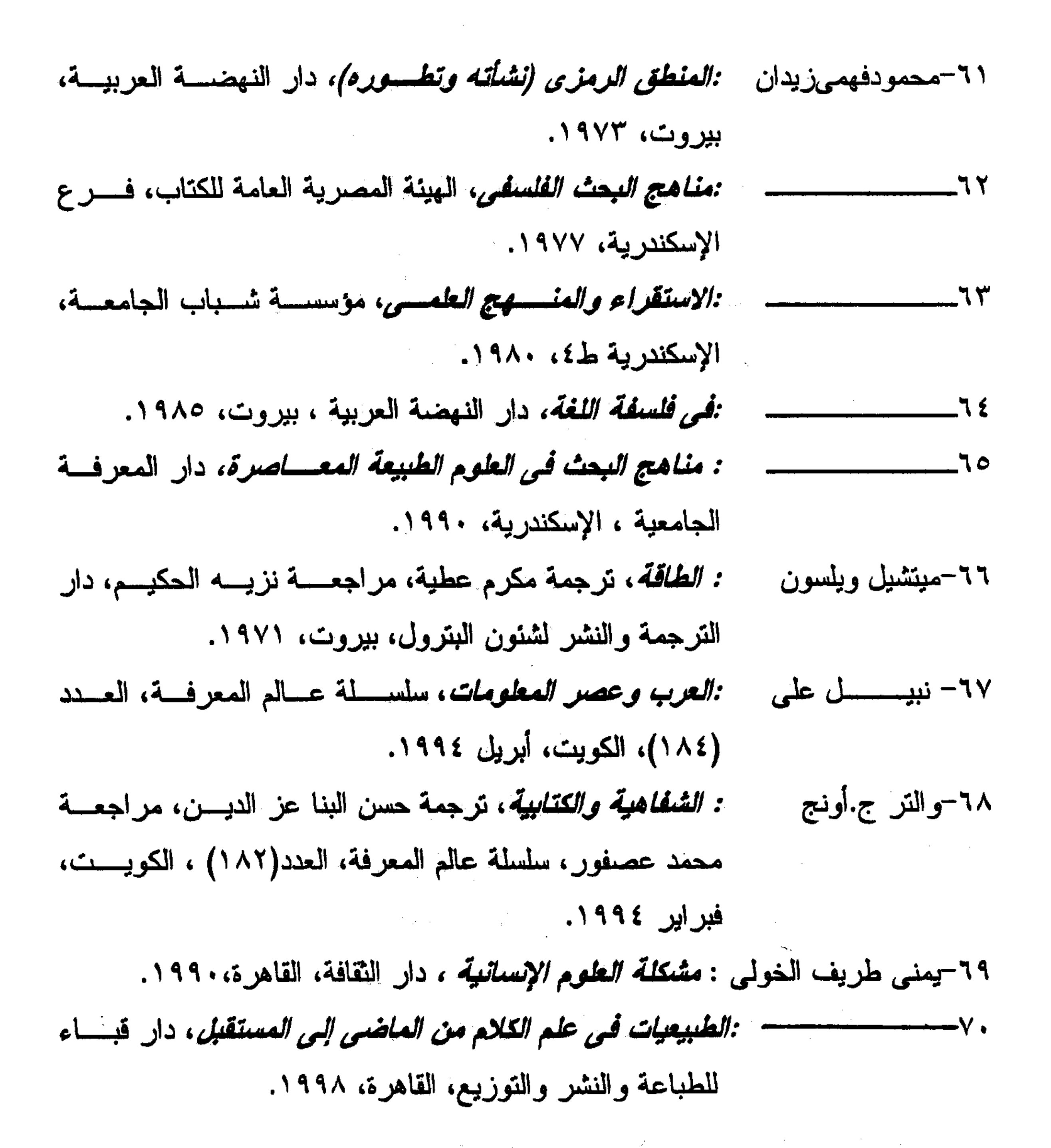
٥٦-محمد محمد قاسم: ***كارل بوبر (نظرية المعرفة فى ضوء المنهج العلمى)***، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٨٦.

٥٧ ـــــــــــــ: ***نظريات المنطق الرمزى (بحث فى الحساب التحليلى والمصطلح)***، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩١.

٥٨ ـــــــــــــ: ***المدخل إلى فلسفة العلوم***، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٦.

٥٩- محمد مهران: ***فلسفة براتراند رسل***، ط٣، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٦.

٦٠ ـــــــــــــ: ***دراسات فى فلسفة اللغة***، دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٩٨.



٦١-محمودفهمىزيدان :*المنطق الرمزى (نشأته وتطـوره)*، دار النهضـة العربيـة، بيروت، ١٩٧٣.

٦٢-ــــــــــ :*مناهج البحث الفلسفى*، الهيئة المصرية العامة للكتاب، فـرع الإسكندرية، ١٩٧٧.

٦٣-ــــــــــ :*الاستقراء والمنـهج العلمـى*، مؤسسـة شـباب الجامعـة، الإسكندرية ط٤، ١٩٨٠.

٦٤-ــــــــــ :*فى فلسفة اللغة*، دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٨٥.

٦٥-ــــــــــ : *مناهج البحث فى العلوم الطبيعة المعـاصرة*، دار المعرفـة الجامعية ، الإسكندرية، ١٩٩٠.

٦٦-ميتشيل ويلسون : *الطاقة*، ترجمة مكرم عطية، مراجعـة نزيـه الحكيـم، دار الترجمة والنشر لشئون البترول، بيروت، ١٩٧١.

٦٧- نبيـل على :*العرب وعصر المعلومات*، سلسـلة عـالم المعرفـة، العـدد (١٨٤)، الكويت، أبريل ١٩٩٤.

٦٨-والتر ج.أونج : *الشفاهية والكتابية*، ترجمة حسن البنا عز الديـن، مراجعـة محمد عصفور، سلسلة عالم المعرفة، العدد(١٨٢) ، الكويـت، فبراير ١٩٩٤.

٦٩-يمنى طريف الخولى : *مشكلة العلوم الإنسانية* ، دار الثقافة، القاهرة،١٩٩٠.

٧٠-ــــــــــ :*الطبيعيات فى علم الكلام من الماضى إلى المستقبل*، دار قبـاء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٨.

ثانيا: المعاجم العربية :

١-روزنتال ويودين وآخرون: *المعجم الفلسفى المختصر*، ترجمـة توفيـق سـلوم، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٦.

٢-مجمع اللغة العربية :*المعجم الفلسفى*، تصدير إبراهيم بيومى مدكور، الهيئة العامـة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٣.

٣ــــــــــــــــــــ: *معجم الفيزيقا الحديثة*،تصدير إبراهيم بيومى مدكور،الهيئـــة العامة لشئون المطـــابع الأميريـــة،القـــاهرة،ج١،١٩٨٣،ج٢، ١٩٨٦.

٤ــــــــــــــــــــ: *المعجم الوجيز* ، تصدير إبراهيم بيومى مدكور، طبعة خاصـة بوزارة التربية والتعليم المصرية، القاهرة ، ١٩٩٠

٥-محمد بن أبى بكر الرازى: ***مختار الصحاح*** ،عنى بترتيبه محمود خاطر، دار الحديث، القاهرة، بدون تاريخ.

ثانيا : المراجع باللغة الإنجليزية :

1-Ackrill, J.L. *"Aristotle the philosopher,"* Oxford University Press, London , 1981.

2-Alston, W. P. *"Philosophy of Language",* Prentice- Hall, INC, Englweood Cliffs , N.J., 1964.

3-Austin, J.L. *"Performative Utterances"*(1961), in Martinich(ed): *"The Philosophy of Language"* , third edition , Oxford University Press, Oxford, N.Y., 1996, PP. 120-129.

4-Barbet, A. H., *"Mastering Philosophy,* Macmillan education LTD, London , 1990.

5-Burent, J., *"Greek Philosophy, Tales to Plato,* "London, 1914, reset and reprinted , 1964.

6-Campbell, Norman, *"What is science?"* , Dover publications, INC, N.Y, 1953.

7-Carr,B. *"Metaphysics," An introduction,* Macmillan education LTD, London, 1987.

8-Cassirer,Ernst, *"Substance and Function" & "Einstein's theory of relativity",* Both books bound as one, Dover publications , INC, N.y, 1953.

9-Chomsky, N., *"Language and problem of Knowledge",* (1988) In Martinich (ed): *"The philosophy of language*", PP. 558-576.

10-Copi, irving M., *"Introduction to Logic",* Macmillan Pub. Co., INC, N.Y & Collier Macmillan Publishers , London, 1982.

11-Crease,R.P. & Man, C.C., *"The second creation," Makers of the revolution in twentieth century physics,* Macmillan publishing co., N.Y, 1986.

12-Davies, Paul, *"Super force," The search for a ground unified theory of nature*, Simon& Shuster, INC, N.Y, 1985.

13-Grice,H.P., *"Logic and conversation"* (1975), in Martinich (ed): *"The philosophy of Language*, PP. 156-167.

14-Hanson, N.R., *"Observation and Explanation," A guide to Philosophy of science,* George Allen & Unwin LTD, London , 1972.

15-Hesse, Mary,. *"Models and Analogy in science",* in *Encyclopedia of Philosophy,* Vol. (5), PP. 354-359.

16-Jacob, Francios, *"The possible and the actual"*, University of Washington Press, Seattle and London, 1982.

17-Korner, S., *"Fundamental questions in Philosophy",* Penguin University Books, Middle sex, 1971.

18-Kuhn, T., *"The structure of scientific revolutions,* Reprinted in : *Foundations of the unity of science*, Vol. (2), Nu. (2), The university of Chicago Press, Chicago, 1981.

19-Lucas,J.R., *"Space, time , and Causality,"* The Clarendon Press, Oxford, 1985.

20-Martinich,A.P.(ed) , *"The Philosophy of Language",* third edition, Oxford university Press, Oxford, N.Y, 1996.

21-Mellone,S.H., *" Elements of modern Logic"* , University Totorial press LTD, London, 1970.

22-Morris, R., *"Dismantling the universe", The nature of scientific discovery,* Simon & Schuster INC, N.Y, 1983.

23-Norris, Christopher , *"Resources of Realism", Prospects for*

"Post Analytic" Philosophy, S.T. Martin's press, Inc, N.Y, 1997.

24-Polikarov, A., ***"Science and Philosophy,"*** Bulgarian Academy of Sc., Sofia , 1973.

25-Russell, B., ***"The analysis of mind",*** George Allen, Unwin, London , 1921.

26-Searle, J.R., ***"What is speech acts"*** (1975) & ***"Indirect speech act*** (1975) & ***A Taxonomy of illocutionary acts*** (1979), in Martinich (ed): ***"The philosophy of Language"***,PP.168-182.

27-Van Frassen, ***"An introduction to the philosophy of time and Space",*** Columbia University Press, N.Y, 1985.

رابعا: المعاجم الأجنبية :

1-Academician G.S. Landsberg (ed), ***"Text- book of elementary physics***", Trans. From Russian by A. Troitsky, Mirr pub., Moscow, 1972.

2-Edwards, P., (editor-in-Chief), " ***The Encyclopedia of Philosophy"***, Macmillan Publishing Co., Inc, The Free Press, N.Y, 1967, Reprinted, 1972.

3-Runes(ed), ***"Dictionary of Philosophy",*** A Helix book, Published by Rowman & Allanheld. Publishers' Totowa , N.J. 1984.

4-Summers, Della (editor-in-Chief) " ***Longman active Study Dictionary of English"***, Longman group LTD, Egypt , 1988.